

Relocalisation préventive de quartiers soumis aux risques de glissements de terrain: la mobilité quotidienne comme base de conception - Le cas de La Pulida à Quito, Equateur

Auteur : Jacquemin, Perrine

Promoteur(s) : Teller, Jacques

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en ingénierie architecturale et urbaine

Année académique : 2017-2018

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/4600>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



Relocalisation préventive de quartiers soumis aux risques de glissements de terrain : la mobilité quotidienne comme base de conception

Le cas de La Pulida à Quito, Equateur

Travail de fin d'études réalisé par Perrine Jacquemin en vue de l'obtention du grade de master
« Ingénieur Civil en Architecture »

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES

Sujet du travail

Relocalisation préventive des zones à risques de glissements de terrain - L'enjeu de mobilité comme base d'un projet de relocalisation

Cas d'étude

La conurbation des quartiers de La Pulida, Ana Maria Bajo et El Pedregal, à Quito, capitale de l'Équateur

Étudiante

Perrine Jacquemin

Promoteur

Jacques Teller

Jury

Frédéric COLLIN
Axel FISCHER
Fernando PUENTE SOTOMAYOR



Université de Liège – Faculté des Sciences Appliquées
Année académique 2017-2018

RÉSUMÉ

Le mémoire suivant étudie la relocalisation préventive des populations soumises à des risques de glissements de terrain. Il s'intéresse plus précisément à la manière dont la mobilité quotidienne de la population à risques peut influencer un projet de relocalisation.

Le travail se découpe en deux grandes parties : la théorie qui présente les sujets traités de l'étude et un cas pratique qui étudie l'enjeu de mobilité quotidienne pour un plan de relocalisation.

La partie théorique se compose de quatre chapitres qui développent les sujets concernant la problématique du travail. Il faut commencer par comprendre le glissement de terrain, ses différentes formes, les éléments qui le causent et ceux qui en sont affectés, et enfin, les solutions possibles pour les éviter.

Le deuxième chapitre s'intéresse à la gestion des risques de manière générale mais surtout pour les glissements de terrain. Plusieurs stratégies existent pour réduire et évincer les risques. Elles sont présentées de manière générale et seront plus tard appliquées au cas d'étude.

Le sujet commence à se préciser avec le chapitre suivant qui traite de la relocalisation et de la façon d'aborder un plan de telle ampleur selon les différents enjeux qu'elle implique. Le facteur de la mobilité quotidienne est analysé dans cette partie du mémoire. On y présente l'impact et l'importance qu'elle a sur un projet de relocalisation et sur la population affectée par cette dernière.

Le dernier volet théorique présente le tableau général du cas d'étude, c'est-à-dire la capitale équatorienne, Quito. L'analyse porte sur la structure et l'évolution urbaine de manière à comprendre l'organisation de la ville.

La partie pratique analyse un ensemble de trois quartiers du Nord-Ouest de Quito qui est une zone de la périphérie où se manifestent des mouvements de terrain. Sur base d'enquêtes réalisées auprès des habitants du quartier, on analyse leur quotidien et leur mobilité pour proposer des politiques de réduction des risques appropriées et entres autres un programme de relocalisation. La base de celui-ci est fondée sur les déplacements quotidiens de la population.

CHRONOLOGIE DU SÉJOUR

2018

- 12.02 Arrivée à Quito
- 14.02 Accueil à l'*Universidad Central del Ecuador (UCE)* par Fernando Puente
Sotomayor, superviseur local du mémoire
- Pulida Rencontre de Viviana Lopez, étudiante travaillant sur le cas de la et
récolte de données
- 19.02 Visite accompagnée des quartiers de *La Pulida* et *El Pedregal* avec
relevé
photographique
- 23.02 Visite accompagnée du quartiers de *Ana Maria Bajo* avec relevé
photographique
Rencontre de la dirigeante de la zone de la gorge *Habas Corral*
- 03.03 Enquête sous forme de table ronde avec les habitants de la gorge
- 10.03 Enquêtes en porte-à-porte avec l'aide d'étudiants de la UCE
- 19.03 Enquêtes en porte-à-porte avec l'aide d'étudiants de la UCE
Rencontre de deux dirigeants de quartiers de *La Pulida Alta* et *Baja*
- 22.03 Enquêtes en porte-à-porte avec l'aide d'étudiants de la UCE
- 05.05 Derniers relevés photographiques
- 12.05 Retour en Belgique
- 08.06 Remise du TFE
- 26.06 Présentation publique du TFE

REMERCIEMENTS

Ce travail a été une incroyable opportunité d’instruction, de découvertes et de rencontres pour conclure mes années d’études à l’Université de Liège. Il n’aurait pas été réalisé sans l’aide de plusieurs personnes.

Premièrement, je remercie le **professeur Teller** qui m’a donné l’occasion de réaliser ce travail sur le sujet que j’affectais. Grâce à ses relations avec l’Université Centrale de l’Équateur, il a également rendu possible ma volonté de me déplacer à l’étranger pour décourvir une autre société et des nouvelles problématiques relatives à l’urbanisme.

Dans un deuxième temps, j’aimerais exprimer ma gratitude aux membres de l’Universidad Central del Ecuador pour leur aimable collaboration. Je cite particulièrement **Fernando Puente Sotomayor**, professeur à l’université sur qui j’ai pu compter tout au long du travail et de mon séjour sur place. L’aide de ses étudiants qui ont consacré du temps pour m’accompagner dans la réalisation des enquêtes a été précieuse. Je veux ici surtout remercier son étudiante **Viviana Lopez** qui m’a guidée tout au long du travail. Son aide a été inestimable et je la remercie sincèrement pour le temps qu’elle a passé avec moi sur le terrain et pour les informations importantes et de qualité qu’elle m’a apportées.

Bien entendu, sans la participation des **citoyens de La Pulida, Ana Maria Bajo et El Pedregal**, ce travail n’aurait pas abouti. Merci à eux pour leur coopération.

Je suis également redevable à **Jorge Ordoñez** et à son équipe qui m’ont procuré du temps afin de me documenter et d’assurer la compréhension du contexte local.

Je gratifie aussi l’**Académie de Recherche et d’Enseignement Supérieur** de la Fédération Wallonie-Bruxelles qui a soutenu financièrement une grande partie de ce séjour dans le cadre de sa politique de *Coopération au développement*.

Enfin merci à mes relecteurs **Johnny Cung et Carine Daubrez**.

INTRODUCTION

La Terre subit les phénomènes extraordinaires de la nature depuis sa création. Les glissements de terrain sont des événements naturels qui apparaissent quotidiennement sur notre planète et affectent régulièrement sa population et ses richesses. Il semble qu'ils se manifestent plus souvent avec le temps. C'est avant tout l'accroissement de la population mondiale qui génère plus de composants vulnérables à ces désastres. Les glissements de terrain sont peu connus en tant que catastrophes de manière générale. Probablement parce que les dommages sont modérés par désastre malgré qu'ils surviennent régulièrement. Le nombre élevé d'accidents endommage de nombreux peuples et infrastructures et il est primordial de s'attarder sur le sujet plus en profondeur. Les glissements de terrain sont des problèmes environnementaux mais surtout sociaux. L'activité humaine est une de ses causes principales et est également la première altérée.

Afin de diminuer les risques auxquels sont confrontés des populations de différents niveaux socio-économiques, leur gestion est essentielle. Les programmes de management des risques sont des concepts récents tout comme les connaissances sur les glissements de terrain. Ces programmes sont complexes vu le dénombrement de glissements possibles. Ils proposent plusieurs stratégies à différentes échelles selon les caractéristiques du site, des glissements et des moyens disponibles. De nos jours, ce sont des plans indispensables pour améliorer la qualité de vie des citoyens. Parmi les stratégies, la relocalisation est une solution efficace lorsque certains critères sont respectés dont le social et le contexte culturel. Ces enjeux humains sont peu étudiés dans la littérature scientifique car ce sont des facteurs complexes et abstraits car tous différents d'un endroit à un autre.

Le présent travail analyse particulièrement une solution de la gestion des risques de glissements de terrain sur base d'un cas d'étude situé en Équateur : la relocalisation préventive. En effet, ce pays est traversé par la chaîne montagneuse des Andes, un paysage accidenté et soumis à des intempéries fortes. Des glissements surviennent quotidiennement et affectent beaucoup la population de la capitale équatorienne. C'est dans ce contexte favorable aux mouvements de terrain que le secteur d'étude se présente.

Table des matières

RÉSUMÉ	5
CHRONOLOGIE DU SÉJOUR	6
REMERCIEMENTS	7
INTRODUCTION	9
PREMIÈRE PARTIE : ÉTAT DE L'ART	
1. GLISSEMENT DE TERRAIN	13
Introduction	14
Généralités : Les catastrophes naturelles	15
Les glissements de terrains	
<i>Définitions et types</i>	17
<i>Causes et conséquences</i>	20
<i>Solutions géotechniques</i>	21
Conclusion	22
2. GESTION DU RISQUE	23
Introduction	24
Définitions générales	
<i>Le risque</i>	25
<i>Causes et conséquences</i>	27
<i>La susceptibilité</i>	27
<i>La vulnérabilité et l'adaptation</i>	28
<i>La gestion du risque</i>	28
Risque de glissement de terrain	30
Gestion du risque des glissements de terrain	31
Conclusion	33

3. RELOCALISATION	35
Introduction	36
Définition	37
Cause et conséquences	38
Outil de réduction des risques : relocalisation préventive	39
Enjeux	41
<i>Politique</i>	42
<i>Economique</i>	42
<i>Social</i>	43
<i>Environnemental et territorial</i>	45
<i>Constructibilité</i>	45
<i>Mobilité</i>	47
Réussites et échecs de relocalisation dans le monde	48
Conclusion	52

4. QUITO	53
Introduction	54
L'Équateur et sa capitale Quito	
<i>Politique et géographie</i>	55
<i>Démographie</i>	58
<i>Climat</i>	58
Évolution et développement urbain	
<i>Évolution démographique</i>	59
<i>Développement de la structure de la ville</i>	60
<i>Mobilité</i>	63
Géologie et topographie de Quito	
<i>Topographie de la ville</i>	66
<i>Cordillère des Andes</i>	67
<i>Géologie de la ville</i>	67
Glissements de terrain et zones à risques	
<i>Antécédents</i>	71
<i>Zones à risques</i>	73
Conclusion	74

DEUXIÈME PARTIE : CAS D'ÉTUDE

QUARTIERS DE LA PULIDA, ANA MARIA BAJO Y EL PEDREGAL	75
Introduction	76
Méthodologie de travail	77
<i>Limites et hypothèses</i>	78
<i>Choix des cas d'étude</i>	79
<i>Méthodologie du travail</i>	80
<i>Enquêtes</i>	82
Contexte général	83
Structure urbaine	84
<i>Mobilité</i>	85
<i>Services publics</i>	90
<i>Espaces verts</i>	93
<i>Typologie du bâti</i>	95
Topographie	98
Géologie	100
Glissements de terrain et zones à risques	102
La gorge Habas Corral	104
Enquêtes	
<i>Résultats de l'enquête et analyse</i>	107
<i>Discussion des résultats</i>	118
<i>Conclusion des résultats</i>	122
Politiques de prévention des risques	124
Justification du choix de la zone de relocalisation	134

EXTENSION DU TRAVAIL	136
CONCLUSIONS GENERALES	137
INDEX – Illustrations	139
Graphiques	140
Tableaux et Cartes	141
BIBLIOGRAPHIE	142

Introduction

Pour commencer ce travail, on définit les glissements de terrains de manière générale tels qu'on les rencontre partout dans le monde. On pense bien souvent que ce sont des événements locaux et ponctuels dans le temps alors qu'ils apparaissent en réalité partout à tout moment.

Ce premier chapitre s'intéresse à ces mouvements de masses de matériaux géologiques qui font partie des catastrophes naturelles les plus meurtrières. Cette section les définit et présente leurs principales causes ainsi que leurs conséquences majeures. Elles sont nombreuses et il n'est pas toujours aisé de les déceler vu la rapidité de certains.

Enfin, les différentes solutions possibles pour éviter les catastrophes de glissements de terrain termine ce chapitre, de manière succincte. Cette partie aboutit sur les alternatives de plus grande ampleur afin de répondre à des enjeux qui dépassent l'aspect technique, et englobent les facteurs socio-économiques et politiques.



Généralités : Les catastrophes naturelles

Tout d'abord, il y a lieu d'expliquer la différence entre la *catastrophe naturelle* et le *désastre*.

Le premier terme est défini par Auly et al (2012) comme « un phénomène d'une certaine ampleur (...) ayant un impact sur les sociétés humaines et/ou l'environnement ». Même si l'origine est naturelle, le facteur anthropologique amplifie souvent l'importance de la catastrophe. Heureusement, dans certains cas, l'action de l'homme diminue l'impact grâce à des plans de réduction des risques et de prévention par exemple (Cannon, 1994 ; Auly et al., 2012).

Le deuxième terme est en réalité une sous-section des catastrophes naturelles. Il est considéré lorsque les dommages sont inférieurs à la catastrophe mais provoque minimum 10 victimes. Auly et al (2012) le caractérisent d'un « événement de caractère imprévu et dommageable, provoquant des pertes humaines, financières, écologiques limitées ».

Cependant selon la politique du pays concerné par l'événement d'origine naturelle, une catastrophe ou un désastre n'ont pas les mêmes définitions. À ce niveau politique, une catastrophe est souvent dénommée de la sorte lorsque les pertes humaines ou économiques sont importantes. Un désastre est considéré comme plus ponctuel et moins dévastateur. Du point de vue des citoyens, cette différence est encore autre, c'est alors un problème de vocabulaire. L'ONU a donc fixé un seuil pour évaluer le cas : les catastrophes sont considérées au-delà de 30 décès et/ou de dégâts matériels calculés à 1% du PIB (Auly et al., 2012).

Le terme de catastrophe naturelle est entendu comme une action soudaine de la nature alors qu'en réalité le climat et la nature ne sont pas les uniques agents moteurs. Comme annoncé ci-avant, les activités humaines (constructions, agriculture, industries, etc.) sont développeuses ou du moins contributrices de ces sinistres et elles induisent des accidents d'intensité et de gravité plus élevées que sans la participation humaine. Le changement climatique est aussi une cause de ces phénomènes, mais, à nouveau, l'homme en est complice. C'est donc un ensemble de circonstances qui crée ces apparitions (Cannon, 1994).

Il est possible de catégoriser les catastrophes naturelles et les désastres selon leur source : soit les quatre éléments naturels. On considère les phénomènes terrestres, aquatiques, aériens et dûs au feu. Des combinaisons d'événements peuvent exister et certains ne se classent pas dans une seule catégorie comme par exemple la tempête.

Terre	Eau	Air	Feu
<ul style="list-style-type: none">• Avalanche• Erosion• Eruption• Glissement de terrain• Tremblement de terre	<ul style="list-style-type: none">• Inondation• Sécheresse• Tempête• Tsunami	<ul style="list-style-type: none">• Cyclone• Tempête de sable, de neige• Tornade• Variation thermique	<ul style="list-style-type: none">• Incendie

Tableau 1 – Catégories de catastrophes naturelles

De manière générale, il semble que le bilan de pertes humaines et des dégâts matériels augmente constamment. Pourtant la fréquence des événements tragiques de forte amplitude diminue. Cette baisse s'explique notamment grâce à la mise en oeuvre de systèmes de détection, de prévention et d'atténuation par les différents États et organismes partout dans le monde. Effectivement, les catastrophes peuvent toucher l'ensemble de la population mondiale, riche ou pauvre, bien que certaines zones soient plus soumises aux risques que d'autres pour différentes raisons. C'est cela qui augmente la vulnérabilité de leurs habitants et des infrastructures (Cannon, 1994). De plus en plus souvent, les événements sont prédictibles mais on en voit toujours apparaître certains de manière très soudaine. Ce sont la plupart du temps ces désastres qui sont les plus meurtriers et destructeurs car ni la prévention ni l'évacuation ne peut être mise en oeuvre.

Plusieurs solutions de réduction des risques et des dommages existent. On peut citer les dispositifs d'ingénierie géotechnique et des constructions ainsi que les systèmes de gestion des usages des terrains, de planification et d'urbanisation (Cannon, 1994). Mais malgré les différentes politiques de prévention et d'intervention en cas de catastrophes naturelles, les circonstances peuvent entraîner des dégâts psychologiques et moraux même si les dégradations matérielles sont restreintes.

Le choix des solutions à mettre en place pour chaque catastrophe n'est pas simple à réaliser. Les événements sont nombreux et chacun différents les uns des autres. Même pour un même désastre, la variation de l'intensité et de la fréquence n'engendrera pas les mêmes réponses. L'origine de l'événement est soit géologique, par le mouvement des plaques tectoniques soit hydrométéorologique, par les intempéries. Le glissement de terrain, partie du sujet d'étude de ce mémoire, se retrouve dans les deux catégories. Mais ce n'est pas parce qu'ils sont catégorisés qu'il n'existe pas des combinaisons de leurs causes. Par exemple, les mouvements des plaques tectoniques peuvent provoquer le glissement de terrain mais le sol cède car il a été préalablement affaibli par de fortes pluies. Dans cet exemple fréquent, le déplacement de la masse aurait de toute façon eu lieu mais l'activité sismique le déclenche plus rapidement. C'est aussi pour cette raison que les systèmes d'alerte ne sont pas toujours utiles et adéquats.

La Banque Mondiale inventorie les désastres naturels dans le monde depuis les années 70. Une partie est présentée dans le Tableau 2. On remarque que les glissements de terrain ne sont pas les plus nombreux comparés aux autres. De plus, ceux d'origine géologique sont nettement moins fréquents que ceux d'origine hydrométéorologique. Il faut cependant prendre en compte ces nombres avec discernement car l'ensemble des incidents ne sont probablement pas relevés mais uniquement ceux d'incidence majeure c'est-à-dire ceux qui ont endommagé des communautés de manière considérable. Les accidents légers ne sont pas inventoriés car ils ne semblent pas dramatiques, mais pourtant ils sont souvent source de prédiction d'événements plus tragiques. Ce type d'incidents est illustré dans la suite du travail.

Type	1970-79	1980-89	1990-99	2000-09	Total
<i>Géologique</i>					
Glissements de terrain	2	17	16	4	39
Eruption volcanique	23	32	52	60	167
Tremblement de terre	101	196	267	290	854
<i>Hydrométéorologique</i>					
Glissements de terrain	53	101	145	150	449
Inondation	263	525	825	1729	3382
Tempête	291	559	899	1055	2804
Feu de forêt	26	60	103	142	331

Tableau 2 – Nombres d'événements par types (Source : Emergency Events Data Base⁽¹⁾)

Le Tableau 2 ci-dessus présente le nombre d'occurrences des événements dans le monde entier pour chaque type de catastrophes. Les chiffres proviennent du centre de recherche international sur les désastres, l'*Emergency Events DataBase*.

Suite à l'analyse, la tendance générale est l'augmentation du nombre de désastres. Pour la plupart, entre la décennie des années 70 et la première des années 2000, les accidents ont triplé. En ce qui concerne les inondations, le début des années 2000 recense plus de 6 fois le nombre d'événements par rapport aux années 70. L'interrogation principale des chercheurs actuellement est de comprendre les causes de ces augmentations insensées. On sait aujourd'hui que le facteur anthropologique influe beaucoup, contribuant fatalement sur le changement climatique.

⁽¹⁾ Dans Populations at Risk of Disaster: A Resettlement Guide de Elena Correa (2011)

Les mouvements de terrains

Définitions et types

Un mouvement de terrain est un déplacement d’une quantité de terres, de pierres et de débris naturels ou artificiels. Ils apparaissent dans les reliefs terrestres et marins. Les mouvements de terrains sont nombreux et les glissements de terrains en font partie. Ils se produisent suite à une rupture dans le sol, souvent à l’interface de deux couches lithologiques de résistances distinctes. La cause principale de la perte de résistance du sol est l’infiltration de l’eau qui peut causer l’érosion ou la modification de la structure interne de certains matériaux de sol (Fell et al., 2008; Varnes, 1978).

Il existe plusieurs classements des mouvements de terres, les premières apparaissent au milieu du XIX^{ème} siècle. Ensuite, un grand nombre de chercheurs ont proposé d’autres classements selon des critères sur le matériau, le mouvement ou le résultat (Flageollet, 1989).

Le matériau	Le mouvement	Le résultat
<ul style="list-style-type: none">Nature du matériauPente, structure et état du versantLocalisation (géographique et géologique)Surface de séparation	<ul style="list-style-type: none">Type de déplacementVitesse de déplacementAgentAgeCause	<ul style="list-style-type: none">Forme et dimensions de la masse déplacéeIndices morphométriquesÉvolution prévisible et risques encourus

Tableau 3 – Critères étudiés dans les recherches sur les mouvements de terrain

Dans ce travail, la classification des mouvements de terrain choisie est celle de Varnes de 1978 (Tableau 4). Les différents mouvements de terres sont classés selon deux variables : le type de mouvement et le type de matériaux. Chaque mouvement est détaillé dans la suite et représenté sur les illustrations de 1 à 6.

Les mouvements de terrains les plus dangereux sont ceux qui apparaissent soudainement. Le repérage des déplacements de masse lents peuvent être analysés, contrôlé et suivis (Flageollet, 1989).

Type de mouvement	Type de matériaux
La chute	La roche
Le basculement	Les gravats
Le glissement	La terre
L’écoulement	
L’affaissement	

Tableau 4 – Types de mouvements et matériaux

Chute

Selon le matériau, la chute (II.1) a des caractéristiques différentes. On utilise le terme pour les chutes de blocs de roche qui se détachent d’une falaise. Varnes (1978) distingue les chutes de rochers et les chutes de terres comme par exemple les éboulements et les avalanches qui font partie de cette dernière catégorie. D’autres chercheurs définissent les chutes uniquement pour les masses rocheuses de volume important (Flageollet, 1989). Pour ce type de mouvement, la rupture est brute et rapide bien que des fissures et mouvements faibles peuvent apparaître préalablement (Fort et al. 2015).

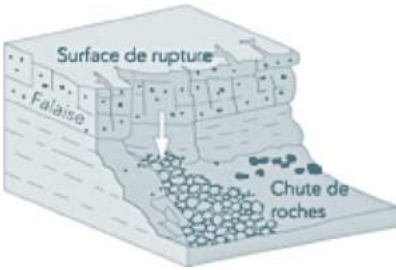


Illustration 1 – Chute de roche (Source : British Geological Survey)

Basculement

On peut grouper ce type de mouvement avec la catégorie précédente. La différence entre les deux est la manière dont la masse s'effondre. La chute est un détachement de la masse parallèle à la surface de rupture tandis que le basculement (Il.2) est une rotation du volume déplacé autour d'un pivot, souvent une couche plus résistante. La vitesse de déplacement est aussi rapide que la chute (Varnes, 1978 ; Fort & al. 2015).

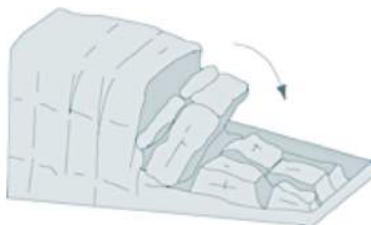


Illustration 2 – Basculement (Source : British Geological Survey, 2017)

Glissement

Le glissement de terrain appartient à une sous-catégorie des mouvements de terrains, il a une grande diversité. Il se spécifie par le déplacements d'un matériau qui glisse le long d'un matériau de sol de caractéristiques différentes. On appelle cette surface intermédiaire le plan de cisaillement. Il est possible de définir différents types de glissement de terrain notamment suivant la surface de rupture mais c'est un phénomène très complexe à étudier et, surtout, à catégoriser (Flageollet, 1989). En général, ils sont classés selon la géométrie de la surface de rupture, elle est soit plane lors d'un glissement plan (Il.3) soit courbe lors d'un glissement rotationnel (Il.4)

La rupture dépend des caractéristiques du sol telles que la pente, la lithologie et les conditions d'humidité et de teneur en eau du sol. Un glissement de terrain a lieu lorsque la résistance d'un sol est faible (Varnes 1978). Généralement, elle est brutale mais le début et la fin du déplacement est lent. De plus, le mouvement est généralement discontinu, par exemple le mouvement s'arrête et reprend selon les saisons et ses paramètre hydrométéorologiques (Fort & al. 2015).

Pour les **glissements plans**, la surface de rupture apparaît généralement à l'interface de deux stratifications parallèles et continues. Le matériau moins résistant glisse le long de la couche plus résistante. Dans cette catégorie, apparaissent souvent des glissement superficiels suite à de fortes pluies par exemple (Auly & al., 2012 ; Fort & al. 2015).

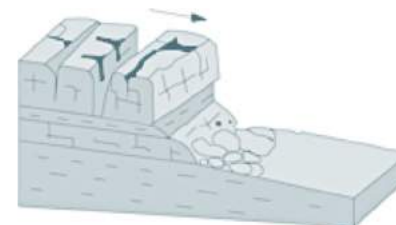


Illustration 3 – Glissement de terrain translationnel (Source : British Geological Survey, 2017)

Dans les surfaces de ruptures **rotationnelles** on distingue majoritairement deux formes, la forme cylindrique (Il. 4, gauche) le long d'un axe longitudinal et la forme en cuillère (Il. 4, droite) La forme de la surface dépend surtout des défauts et discontinuités qui se trouvent dans le matériau (Varnes, 1978).

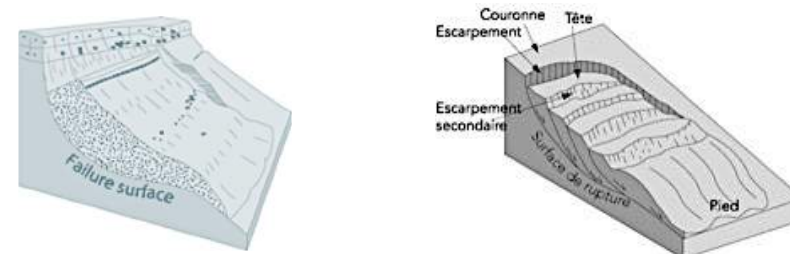


Illustration 4 – Glissement de terrain rotationnel (Source : British Geological Survey, 2017)

La rupture rotationnelle est facilement identifiable grâce à certains éléments qui lui sont propre comme la couronne, le pied, l'escarpement, la tête et les fissures transversales. Comme l'illustration 4 de droite le montre, le glissement rotationnel peut se démultiplier. Sa caractéristique est de présenter plusieurs escarpements et têtes ainsi que des fissures qui annoncent le mouvement à venir. Cette présentation peut être due à un seul événement ou plusieurs successifs (Fort & al. 2015).

Écoulement

Les écoulements (II.5) sont des déplacements d'agglomérats sous forme de fluide. Le terme *fluide* fait de suite penser à un liquide mais dans ce cas, on peut avoir des écoulements secs. Une masse dite *sèche* est un quantité de matériau quasiment sec soit avec une contenance en eau très faible. La surface de glissement des écoulements n'est pas nette tout comme la différenciation entre le matériau meuble et le matériau stable n'est pas toujours évidente. Ce sont souvent des sols à faible cohésion qui s'écoulent. En fonction de la quantité d'eau, du matériau et de l'inclinaison de la pente, la vitesse de l'écoulement varie (Varnes, 1978 ; Fort et al. 2015).

On peut différencier ces écoulements selon la vitesse de déplacement. D'abord, les mouvements lents qui comprennent les phénomènes de **reptation** et de **solifluxion**.

Le premier apparaît dans des pentes faibles ou fortes et se déforme lentement de manière continue dans le temps. Les limites de ce phénomène sont difficilement reconnaissables. Ce sont les éléments du terrain qui permettent de l'identifier. Par exemple, la base des troncs d'arbre qui se déforment et se courbent ou des poteaux qui s'inclinent. On peut aussi l'identifier avec des fissures perpendiculaires à la pente sur les routes.

La deuxième manifestation survient lorsque la couche superficielle du sol est saturée en eau après des périodes de fortes pluies ou lors du dégel des couches supérieures des sols. Les déformations sont des ondulations de la surface, des petits bourrelets ou terrasses. (Fort et al. 2015).

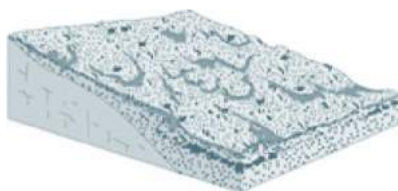


Illustration 5 – Solifluxion (Source : British Geological Survey)

Pour les écoulements plus rapides, il existe les **coulées de boues, de débris** ou **de lave**. Ce sont des mouvements souvent rapides voire très rapides de plusieurs mètres par seconde qui s'étendent sur plusieurs centaines de mètres ou parfois kilomètres. La quantité de matériau déplacé en fin de mouvement est beaucoup plus grande qu'en début. Lors du déplacement, la masse initiale entraîne avec elle plus de matière.

Le danger majeur de ces mouvements est qu'il est presque impossible de les arrêter et les stabiliser. Leur mouvement s'arrête tout seul lorsque la teneur en eau n'est plus suffisante pour continuer à créer des contraintes importantes dans le matériau. Mais la direction et la trajectoire sont définissables car l'écoulement, comme un cours d'eau, suit la plus grande pente (Fort et al. 2015).



Illustration 6 – Écoulement lent (Source : British Geological Survey)

Affaissement

On termine cette liste de mouvements de terrain par l'affaissement qui est défini par Auly & al. (2012) comme une « dépression topographique ». Il y a d'une part l'effondrement du toit d'une cavité souterraine naturelle (cavité karstique, grotte) ou anthropologique (mines) créant un gouffre parfois de plusieurs mètres de diamètre et de profondeur, ou le détachement d'une masse verticalement qui est souvent apparenté à une chute.

Et d'autre part, on distingue le tassement des matériaux meubles d'un sol suite à une compaction de ceux-ci. Dans ce cas, c'est souvent la variation du contenu en eau du sol qui provoque le mouvement (Fort et al. 2015).

Causes

Les terrains susceptibles de connaître des mouvements de masse sont nombreux et variés par leur nature et les différentes localisations. Les facteurs de l'instabilité gravitaire du terrain sont multiples. Cette instabilité dépend tout d'abord du matériau composant le terrain. La bonne ou mauvaise résistance à la gravité du sol dépend de ses propriétés intrinsèques et surtout de sa cohésion interne.

Aussi, le déclencheur qui est le plus souvent à l'origine des glissements est l'eau. Les sols saturés en eau sont les plus propices à se désunir. Mais il n'y a souvent pas qu'une seule cause à ces accidents mais plutôt une combinaison ou une succession de celles-ci.

Fort et al (2015) proposent de classer les facteurs déclenchants en trois catégories détaillées ci-dessous.

La première catégorie regroupe certains paramètres géomorphologiques qui **prédisposent** un terrain à l'instabilité gravitaire.

- La géologie : les discontinuités et les failles dans le sol sont favorables à la création des plans de cisaillement.
- La topographie : la pente du terrain agit sur la contrainte de cisaillement qui est le moteur du glissement de terrain. L'apparition de l'instabilité est plus probable lorsque la pente est entre 20° et 30°.
- La couverture végétale : elle contrôle et unifie la pression hydrostatique dans le sol et notamment pour l'eau de surface. Les végétaux permettent de ne pas saturer le sol trop rapidement.
- Le climat local : les précipitations varient très fortement d'une saison, d'une année et d'une position géographique à une autre. Les pluies abondantes saturent les sols ce qui est d'autant plus dangereux dans les zones humides car la contenance en haut ne peut pas diminuer. Dans ce cas, l'intensité et la fréquence des précipitation jouent un rôle majeur dans les glissements de terrain.

La catégorie suivante présente les agents **déclencheurs** des mouvements de terrains. Les deux moteurs principaux à ces déclenchements sont le climat, voire son évolution, et l'Homme. C'est souvent leur action combinée qui engendre des dégâts.

Parmi ces provocateurs des glissements de terrain, les plus nuisibles sont :

- L'augmentation de la pression hydrostatique
- Le raidissement de la pente
- La perte de cohésion interne des matériaux suite à une quantité d'eau élevée qui sépare les particules ou des vibrations (séisme, activité humaine)

La dernière classe rassemble les facteurs **aggravant** une zone existante déjà endommagée. Dans cette catégorie, c'est principalement le facteur humain responsable de l'augmentation de la probabilité d'occurrence d'un mouvement de terrain. Voici des exemples des actions les plus fréquentes de nos jours.

- La construction de routes en déblais modifie la pente et l'équilibre interne du sol
- L'utilisation d'explosifs pour des constructions envoie des vibrations dans le sol et modifie la structure du milieu
- La déforestation qui perturbe l'équilibre de l'eau dans les sols

Conséquences

Les conséquences peuvent être légères ou très graves. L'ampleur d'un mouvement de terrain peut être prédit mais la certitude n'existe pas. Des événements qui ne semblent pas avoir un impact important initialement peuvent, pour des raisons climatiques principalement, se transformer en catastrophes. Un glissement de terrain peut avoir des répercussions sur des éléments naturels (cours d'eau, forêts, etc), sur des constructions de l'homme (ville, route, pont, barrage, etc) et sur l'humain lui-même en causant des blessés et même des morts.

La gravité de la situation s'évalue pour chaque cas selon les pertes et les dommages. Malheureusement, pour une même quantité, l'impact d'une catastrophe n'est pas la même selon l'importance de la communauté touchée. Les pertes et dommages sont :

- Matériels : habitations, routes, ponts, etc.
- Immatériels : économie, psychologie et santé, etc.
- Humains : blessés, morts.

Solutions géotechniques

Les mouvements de terrains sont des événements qui peuvent être prédits et pour le bien de la société, solutionnés. Il existe différentes techniques de stabilisation des terrains pour éviter un désastre selon le type de mouvement et selon le matériau du sol. Il est possible d'agir sur le terrain (Fort et al, 2015) pour :

- **supprimer le risque de glissement**
- **réduire les forces internes** provoquant le déplacement
- **renforcer les sols** pour leur donner une plus grande résistance.

La suppression du problème peut se résoudre très simplement en enlevant les matériaux instables. Cependant, bien qu'elle semble très simple, elle engendre deux difficultés. La première est le coût de l'intervention car il faut également replacer le matériau dégagé dans une autre zone. La deuxième est l'étude préalable précise d'une grande zone. Il faut s'assurer que l'extraction du sol problématique ne va pas créer d'autres forces internes qui pourrait engendrer un mouvement de terrain inattendu.

Les deux autres techniques sont les plus utilisées car moins coûteuses et plus sécuritaires. D'abord pour réduire le cisaillement, une solution est de contrôler les eaux. La pose d'un drain peut être envisagée, une reforestation avec des espèces consommatrices en eaux aussi. Cependant peu importe la technique employée, une étude détaillée doit être faite avant toute intervention. Elles influent sur la structure interne du sol et le remaniement est toujours à éviter le plus possible pour éviter un déséquilibre.

Ensuite, la solution de renforcement du sol a moins d'impact sur la structure interne d'un matériau ou seulement ponctuellement. Mais l'esthétique de ces ouvrages reste souvent à désirer. Le but principale étant de stabiliser la partie instable du terrain. Différents renforcements existent et sont choisis selon le type de matériau du sol. Par exemple,

- Mur de soutènement
- Drainage
- Injection de ciment dans le sol

Parfois ces techniques ne sont pas toujours nécessaires car un mouvement léger n'est pas obligatoirement le début d'un désastre. La prévention et le contrôle des mouvements sont donc préférables à l'application de techniques directement sur les terrains qui peuvent engendrer des dégâts.

D'autres fois, la surface de terrain soumise aux risques est tellement grande qu'il est impossible d'intervenir à moins d'investir énormément de moyens sans être absolument certain que la solution n'engendrera pas de catastrophe. Alors deux autres possibilités se présentent.

La première est l'**installation de systèmes d'alerte précoce** qui sont des dispositifs placés sur le terrain à risques. Ils permettent de détecter un mouvement, une quantité d'eau extrême dans le sol ou tout autre signal permettant de prévoir un glissement de terrain imminent. Ces systèmes sont, entre autres, des accéléromètres (mesure de la vibration ou de l'accélération d'un mouvement, intéressant pour les mouvements sismiques), des extensomètres (mesure du déplacement d'un mouvement) et des indicateurs de pluies. Tous les systèmes agissent selon le même processus, lorsqu'ils se déclenchent cela envoie un signal aux pompiers ou à une autre infrastructure d'urgence qui peuvent alors lancer un plan d'évacuation des personnes à risque, bloquer des tronçons de routes, etc.

La deuxième intervention est **d'évacuer préalablement la population et la relocaliser** dans une zone hors de danger des glissements de terrain. Un plan de relocalisation de ce type est très coûteux, complexe et long à réaliser et exécuter. Pourtant c'est une solution qui a beaucoup d'avantages lorsqu'elle est bien planifiée. Malgré un investissement important, cela permet de faire des économies sur un déplacement de population après une catastrophe. Cette technique est détaillée dans la suite du travail.

Conclusion

Les glissements de terrain forment une catégorie des mouvements de masse qui forment eux aussi une classification des catastrophes naturelles. Ce dernier ensemble de phénomènes de la nature sont des dangers pour la population. Bien que l'environnement naturel soit le générateur du désastre, le provocateur est l'être humain.

Plusieurs techniques existent pour retarder, diminuer ou évincer l'accident désastreux mais malgré toutes les solutions mises en place, le terrain peut toujours se dérober. Les inventions et techniques évoluent et sont plus performantes de jour en en jour. La difficulté de contrer un glissement de terrain est la complexité de l'opération car il faut étudier tous les aspects physiques et mécaniques du sol avant de choisir la technique idéale à mettre en place. Cette phase d'analyse est très importante pour que l'opération soit réussie.

Cependant, il est souvent plus efficace de s'éloigner de la zone propice à un événement destructeur que d'essayer de contrer la nature. Aussi dans certains cas, le glissements apparaît dans tous les cas, il faut alors déplacer les éléments vulnérables. Bien sûr, le risque zéro n'existe pas et s'écarter du problème peut rapprocher d'un autre.

Introduction

Le sujet de ce mémoire étant la relocalisation des zones à risques de glissements de terrain, il est logique et indispensable de définir ce risque de manière générale et comment le gérer. C'est ce qu'on tente d'expliquer dans ce deuxième chapitre.

Le risque est un élément abstrait présent à tout moment et dans presque toutes les situations de la société. On le définit globalement dans un premier temps. De même, on présente ce qu'est la gestion des risques en général pour tous les domaines confondus. Il faut enfin déterminer la différence entre la vulnérabilité et la susceptibilité qui sont deux concepts proches mais distincts.

Une fois ces généralités présentées, le risque de glissements de terrain est décrit de manière plus précise pour ce travail. Sa gestion et ses différentes techniques à mettre en place pour le réduire, l'éliminer ou apprendre à l'accepter sont expliquées dans la dernière partie du chapitre. Enfin pour comprendre au mieux la question, on présente et étudie un cas concret de gestion des risques de glissements de terrain.



Définitions générales

Le risque

Le risque est la probabilité qu’un événement incertain favorable ou défavorable apparaisse suite à une prise de décision, il doit être anticipé, interprété et géré (Desroches, 2015 ; Fell, 2008). Le risque est présent dans toutes les sociétés et tous les domaines ainsi qu’à différentes échelles, de l’individu à la population, d’un élément au territoire entier. Ce risque est souvent perçu comme une menace, un sentiment d’insécurité et une perte imminente qu’on cherche à éviter bien qu’il puisse avoir un effet positif, qui est en général l’objectif visé par les sociétés (Metzger et D’Ercole, 2011 ; Desroches, 2015).

Le risque s’évalue par le produit de la probabilité qu’un événement se produise et sa gravité, positive ou négative. Avec une connaissance appropriée du danger ainsi que des conséquences possibles, le risque peut être estimé. Lorsqu’on peut analyser et mesurer ces variables, on peut caractériser le risque et le classer dans des **catégories de risque** faible à élevé. On les détermine généralement **selon la gravité de l’événement** (Desroches, 2007).

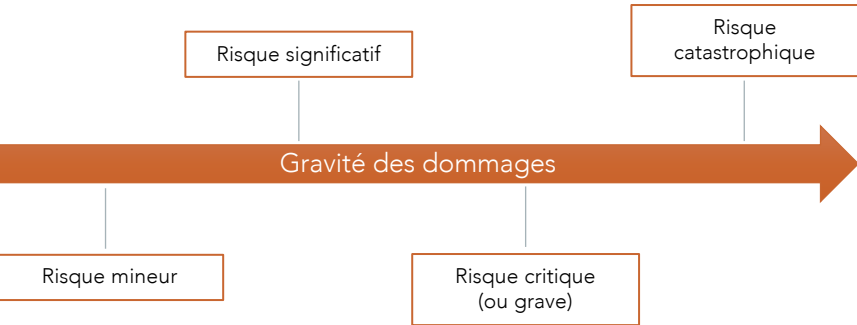


Illustration 7 – Catégories des risques selon la gravité de l’événement

Le risque mineur de la première catégorie, n’est pas alarmant. Dans la deuxième, le risque significatif entraîne des dommages légers mais pas de destructions importantes. Les deux dernières catégories de risque engendrent des dommages importants et des destructions partielles à totales. (Il.7)

- On peut aussi classer les risques **selon l’impact sur l’élément** :
- le risque *direct*
 - le risque *indirect* ou *en cascade* lorsqu’il dérive du premier type.

Le premier type s’applique directement sur l’élément. S’il est de nature matérielle, il peut être endommagé ou détruit, si sa nature est humaine, il peut être blessé ou mort. Le deuxième est souvent une conséquence du premier. Il peut être d’ordre social, économique, politique, sanitaire, médiatique, etc.

Voici un exemple pour illustrer ces classifications : Une rupture mécanique dans un transport public.

Mineur	Significatif	Critique	Catastrophique
Pas de dommages	Dommages matériels restreints	Blessés Dommages matériels importants	Mort Véhicule irrécupérable

Directs	Indirects		
Matériel	Médiatiques	Financiers	Commerciaux
Morts Destruction du véhicule	Rapport dans la presse	Indemnités aux victimes	Perte de la clientèle

Tableau 5 – Exemple des classes tiré de Desroches et al. (2007)

On comprend mieux avec l’exemple les risques indirects. Ils sont présents dans de nombreuses catégories et bien qu’ils soient secondaires, ils sont loin d’être insignifiants et négligeable dans la gestion des risques. L’effet cascade se présente dans d’autres risques indirects qui découlent des impacts du deuxième tableau. Par exemple, de l’impact médiatique, le risque de la démission du constructeur.

Enfin dans le domaine des désastres naturels, le *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction* différencie le risque *intensif* du risque *extensif* (II.8) **selon la population affectée**.

Le premier se réfère à des aléas intenses qui s'abattent sur des grandes populations concentrées dans des espaces restreints et des sociétés d'importance économique élevée qui entraînent des pertes humaines, matérielles et immatérielles importantes.

Le second type est rencontré quand des peuples dispersés font face à des désastres faibles à modérés qui ne causent que peu de pertes ou des dégâts modestes. Pourtant, les catastrophes de faible intensité dans des zones à risques extensifs apparaissent de manière plus fréquente que celles du premier type. Les pertes sont donc peu nombreuses par événement mais considérables au total d'une année ou d'une décennie (Correa E. & al, 2011).

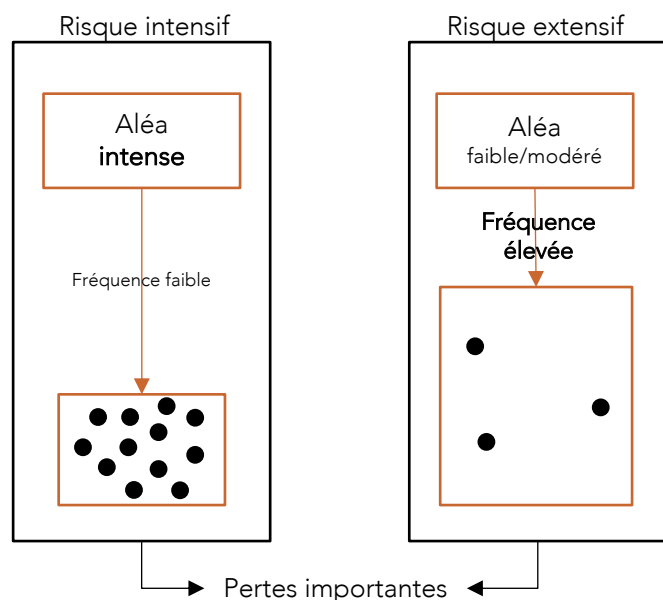


Illustration 8 – Risque intensif et risque extensif

La **perception du risque** est un concept principalement social, il diffère selon le statut dans la société. L'idée du risque et le risque réel sont deux éléments à ne pas confondre. Le premier peut venir de l'éducation, des idées venues ou de la religion qui sont des concepts abstraits de nature subjective. Tandis que le risque réel est concret, on peut le mesurer et quantifier sur base d'événements passés et de probabilités selon l'environnement du cas. (Metzger et D'Ercole, 2011). La perception est en fait une représentation personnelle, elle est donc propre à chacun selon l'expérience et les connaissances sur l'événement. Pourtant elle est indissociable du risque. Cette perception qui diffère selon la personne est un avantage comme un inconvénient dans la gestion du risque. En effet, les impressions font prendre des décisions différentes selon les points de vue. L'avantage est le groupement d'idées pour trouver la solution adéquate à la situation de risque. L'inconvénient est le manque de réalité de la perception ce qui peut fausser les débats et diriger les politiques dans la mauvaise direction (Desroches, 2007).

Le risque naturel est défini comme la rencontre de l'aléa naturel (inondation, tornade, glissement de terrain, etc.) avec la vulnérabilité des individus ou de la société soumis à ce dernier (II.9)

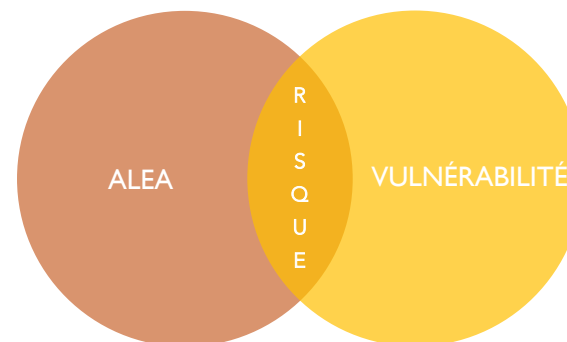


Illustration 9 – Définition du risque⁽¹⁾

(1) El Mourabit, A. (2017) Gestion de glissement de terrain par l'utilisation de système d'information géographique (SIG). Casablanca, Maroc : Université Hassan II Ain Chock

Causes et conséquences

Il n'y a généralement pas qu'une seule cause au risque mais celle qui prime est la prise de décisions trop hasardeuse ou précipitée par des groupes en conflit, sous-pression ou par manque de connaissances. Cependant, les décisions et activités humaines ne créent pas le danger seules, elles en sont juste les déclencheurs (Oliver-Smith, 2017).

Plusieurs secteurs étudient le risque, ses causes, ses conséquences, sa gestion et ses solutions. Les domaines de recherche avancés sont :

- les risques naturels (risques d'inondations, de glissements de terrains, sismiques, volcaniques, etc.)
- les risques socio-politiques (risques de guerres, de délinquances, etc.)
- les risques anthropiques (risques industriels, technologiques, de mobilités, etc.)
- les risques sanitaires et environnementaux (risques de déforestations, de pollutions des sols, des eaux, etc.).

Aujourd'hui s'ajoutent à ces recherches la dimension sociale. Bien qu'elle soit reconnue par tous les chercheurs, les liens et les concepts entre les sciences sociales et l'analyse des risques restent limités (Metzger et D'Ercole, 2011).

De nos jours, les risques d'origine naturelle font partie d'un champ d'étude qui s'amplifie. Le changement climatique et la densification des pays provoquent des questionnements quant à l'utilisation des ressources de la Terre et aux risques auxquels elle et sa population sont de plus en plus exposées au cours du temps. Le risque de désastre naturel (DR) est créé par trois éléments principaux : l'exposition (E) d'un élément au risque, la vulnérabilité (V) de l'élément et la menace (M) qui peut être d'ordre naturel, technique ou socio-naturel (Il.10) (Oliver-Smith, 2017; Vlaeminck, 2015).

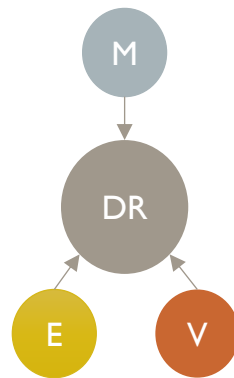


Illustration 10 – Relation entre le risque de désastre et l'exposition, la vulnérabilité et la menace (Schéma adapté de Vlaeminck, 2015)

Les conséquences sont nombreuses et souvent difficiles à évaluer avec précision avant que le désastre n'apparaisse. Comme déjà évoqué dans la partie précédente, les conséquences ont des gravités différentes. On peut également distinguer les conséquences directes et indirectes. Ces dernières peuvent même se présenter des années après le désastre et même après la reconstruction du système endommagé.

L'humain est un des principaux catalyseurs des désastres mais il est surtout le premier affecté par les conséquences parfois très lourdes. C'est pourquoi les chercheurs investissent de plus en plus le facteur social dans les études des risques.

La susceptibilité

La Ville de Quito définit, dans l'*Atlas des menaces naturelles* (2015), la susceptibilité aux désastres comme étant la facilité qu'un phénomène naturel puisse survenir sur base des conditions locales du terrain. Elle dépend donc des propriétés physiques, géologiques et hydrométéorologiques du terrain.

Pour les glissements de terrain, les cartes de susceptibilité se basent sur les caractéristiques suivantes :

- Les précipitations
- La déclivité du terrain
- La lithologie

Dans le DMQ, seulement 15% du territoire a une susceptibilité faible de glissement de terrain, ce sont des zones dont la pente est faible. Ensuite 71% des terrains sont de susceptibilité modérée qui ont des pentes fortes de 12 à 25% mais construits sur des matériaux résistants. Les zones de susceptibilité forte (2%) à extrême (6%) sont sur les versants des montagnes à très forte déclivité (>25% et parfois >50%). En général, les sols des zones très susceptibles aux glissements de terrain sont des matériaux sans cohésion. L'instabilité de ces sols face aux pluies abondantes, créent régulièrement des désastres dans la ville (Chiffres tirés de FLACSO, 2011).

La vulnérabilité et l'adaptation

On parle de la vulnérabilité d'un élément, une ville par exemple ou une population, soumis à un danger ou un désastre. Cette notion est de plus en plus discutée dans les domaines des désastres naturels et du changement climatique (Anzellini, 2012).

Elle s'évalue par l'exposition des éléments et leur aptitude à résister à un dommage. (Il.11) Les individus d'un peuple sont susceptibles de succomber aux dangers selon leurs conditions physiques, sociales, culturelles, environnementales et économiques (Fell, 2005). La vulnérabilité dépend de plusieurs facteurs dont, entre autres, le genre, l'âge, la classe sociale, la culture, le niveau d'éducation, la localisation et l'accès aux infrastructures de base et à l'information. La vulnérabilité varie donc d'une société à l'autre selon, entre autres, son environnement et son aspect socio-économique ce qui engendre des inégalités face aux risques et aux désastres. Ces inégalités se manifestent encore plus après la catastrophe. Elles existent également au sein d'un même site lorsque plusieurs classes sociales se mélangent.



Illustration 11 – La vulnérabilité

Cependant, un site et sa population vulnérables ne sont pas spécialement passifs devant le risque. En connaissance de cause, ils devraient toujours pouvoir anticiper la menace et mettre en place un système de gestion du risque avant et après l'accident. Malgré leur susceptibilité au danger, les groupes doivent y faire face et avoir la capacité de reconstruire un environnement et retrouver une vie ordinaire rapidement. On parle dans ce cas d'adaptation de la population à de nouvelles techniques et à une nouvelle façon de vivre, de se déplacer, de travailler. En rendant une population et ses infrastructures moins vulnérables, une catastrophe naturelle peut toujours survenir mais ne causera pas de dommage important.

La gestion du risque

On la définit comme un processus de management qui permet de réduire les risques auxquels une société est soumise quotidiennement dans les diverses activités qu'elle exécute. Il lui est donc indispensable de mettre en place un tel système pour maintenir la sécurité et la pérennité de l'institution. Une gestion du risque adéquate permet à une communauté de connaître un succès économique, sociétal et environnemental.

Le but ultime d'une méthode de gestion du risque est d'obtenir des dispositifs, règlements et procédures qui permettront de diminuer voire d'éliminer, le risque et de recevoir des bénéfices durables pour la société. C'est la sécurité des éléments et des citoyens qui est cherchée à être mise en avant. Il existe différentes méthodes de gestion des risques mais toutes sont établies sur le même schéma (Il.12) (Desroches, 2015).

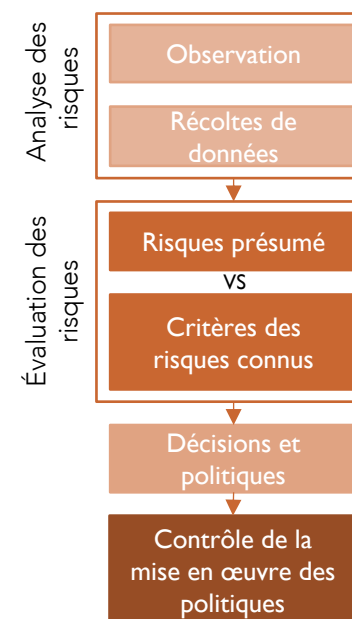


Illustration 12 – Schéma de méthode de gestion des risques

La première étape est l'analyse des risques par l'observation et la récolte de données relatives au risque. L'intention est d'obtenir des données quantitatives plus que qualitatives pour pouvoir présenter un système numérique visuel. Il est possible de le faire par des expertises afin de comprendre le système et connaître précisément les sources de danger.

En second lieu, une évaluation des risques permet de comparer le risque présumé avec des critères définis par la littérature scientifique afin d'estimer la valeur de ces risques.

Suite à ces deux étapes d'identification des risques, il est possible de prendre les précautions et les décisions propices pour limiter les pertes et endommagements. Dès qu'il est identifié, les individus de la communauté doivent alors être informés et sensibilisés sur celui-ci et sur la conduite à avoir si le sinistre se manifeste.

Enfin, il est important de faire un suivi de la bonne utilisation des politiques en place et de réaliser leurs mises à jour régulièrement en fonction de l'évolution du risque (Djaout, 2009).

Desroches et al. (2007) énoncent que "l'objectif de la gestion des risques est d'optimiser les prises de décisions associées (...) aux événements à risque susceptibles d'avoir un impact dangereux (...) ou néfaste (...)".

Pour atteindre cet objectif, ils proposent différentes méthodes selon le but observé :

- La *méthode inductive* qui détermine les conséquences de la situation à risques sur bases des causes ;
- La *méthode déductive* qui détermine les causes sur base des conséquences du risque ;
- La *méthode statique* ;
- La *méthode dynamique* qui étudie l'évolution dans le temps des éléments qui constituent le système affecté et leurs comportements (Desroches, 2007 ; Djaout, 2009).

Le management se fait à plusieurs échelles politiques. C'est bien entendu l'état ou la direction de l'institution qui met en place le plan de gestion et qui exécute les politiques locales.

Cependant, c'est à un niveau inférieur, par des personnes qualifiées dans la gestion des risques, que les décisions sont prises et que les politiques de gestion sont mises en place.

Il est également important dans le plan de gestion d'informer les personnes directement concernées par le risque. Par exemple, en mettant en place des séances d'informations auprès du public ou des acteurs de la société qui sont exposés aux risques. Il ne s'agit pas uniquement d'avertir les personnes mais surtout de leur faire comprendre le risque, leur proposer des solutions immédiates en cas de danger apparent et expliquer les démarches et les comportements à avoir pour l'éviter. La plupart des acteurs du risque ne sont pas pleinement conscients de son existence et n'agissent donc pas en connaissance de cause. Ils sont pourtant la base du problème et les plans de gestion des risques devraient tous avoir un plan applicable directement auprès de la population. (Djaout, 2009 ; Desroches, 2015)

Enfin, dans un plan de gestion des risques, il est parfois nécessaire de les accepter plutôt que de tenter de les éliminer. En effet, dans certains cas, la mise en place de systèmes et techniques de réduction des risques mettent plus en péril la société que de ne rien faire. Aussi, l'utilisation des ressources indispensables à leur exécution n'est pas pertinente. Dans ces circonstances, le plan d'action de la gestion des risques n'est pas sa réduction mais l'acceptation du risque et l'information auprès des personnes touchées.

Risque de glissements de terrain

Après l’avoir défini, le risque est évalué sur base de deux analyses : l’analyse du désastre et l’analyse des conséquences. (Il.13)

L’analyse du désastre implique de caractériser, dans ce cas, le glissement de terrain. D’une part en étudiant ses aspects physiques et géogrphiques soient son intensité, sa vitesse, sa distance de parcours, ses mécanismes et sa localisation, et d’autre part de connaître la probabilité annuelle de l’apparition de l’événement soit sa fréquence d’occurrence.

L’analyse des conséquences permet d’identifier et d’énumérer tous les éléments qui se trouvent dans la zone à risque du glissement de terrain et d’évaluer leur vulnérabilité. Ces éléments peuvent être matériels (constructions, infrastructures, services publics, etc) immatériels (activités économiques, valeurs environnementales, etc) ou de nature humaine (vies humaines) (Fell et al. 2005).

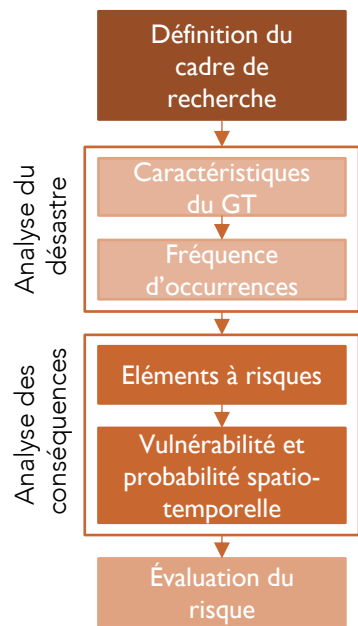


Illustration 13 – Étapes d’identification du risque

Bien que les désastres n’apparaissent pas que dans les pays sous-développés, les conséquences sur ces populations sont souvent beaucoup plus graves par manque de moyens financiers et de soutien politique. Les pays développés sont plus instruits et mieux préparés que les peuples défavorisés qui installent leurs habitations et villages dans des zones à risque et sur des terrains non-consolidés. Cela donne l’impression que ces événements fortuits surviennent davantage dans ces pays (Oliver-Smith, 2017).

Les risques de désastres naturels sont engendrés majoritairement par l’activité humaine plus que par l’environnement et la nature. (Il.14)

En effet, la croissance démographique mondiale implique un besoin supplémentaire de ressources, de terrains et de constructions partout dans le monde. Ces espaces occupés causent une déforestation et une imperméabilisation du sol importante. Depuis des années, l’être humain utilise le sol comme il l’entend et impose son activité sans se préoccuper de son impact. On voit également que le réchauffement climatique occasionne des pluies de plus en plus fréquentes et intenses. La littérature sur les risques de désastre compte 16 moteurs de risques. Ici quelques-uns principaux sont énumérés. Le nombre et l’intensité du risque augmentent avec l’impact des moteurs (Vlaeminck, 2015).

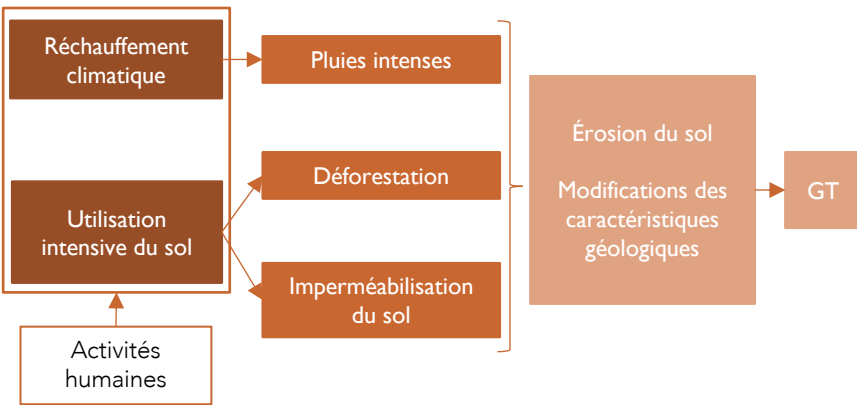


Illustration 14 – Causes des glissements de terrain (GT)

Gestion du risque de glissements de terrain

Pour contrer les risques de glissements de terrain, des programmes et projets peuvent être mis en œuvre afin de réduire ces risques et prévenir des désastres importants dans les villes. La stratégie de réduction des risques est internationale, elle a été acceptée par 168 pays lors de l'accord de Hyogo en 2005. L'accord présente trois objectifs majeurs à la prévention des risques (Correa & al. 2011) :

- L'intégration de la réduction des risques dans les plans et politiques de développement durable ;
- Le développement et le renforcement des institutions, des mécanismes et des compétences à résister aux dangers ;
- L'incorporation des approches de réductions des risques dans les programmes de préparation, de réponse et de rétablissement en cas d'urgence.

Pour les atteindre beaucoup de possibilités existent (Tableau 6) (FLACSO, 2011)

Domaine	Plans et politiques applicables
Construction et Urbanisme	<ul style="list-style-type: none">• Légalisation des terrains constructibles• Mise en place d'un Plan d'Utilisation et d'Organisation des Sols• Normes d'architecture et de construction• Relocalisation de zones à risques (bord de gorge)• Techniques de renforcement des sols
Social	<ul style="list-style-type: none">• Education citoyenne• Qualité et quantité des informations• Cadre de normes de gestion des risques
Environnement	<ul style="list-style-type: none">• Normes d'utilisation des zones protégées• Normes de prévention et de punition d'utilisation des terrains en zone à risques• Mise en place de systèmes d'avertissement de mouvement des sols ou hydrométéorologique• Etude approfondie pour l'identification des zones à risques• Reforestation

Tableau 6 – Exemple de politiques de réduction des risques de glissement de terrains

Dans des plans de gestion des risques, il est indispensable d'aviser la population des dangers qui existent sur leurs terres. (Il.15) Il faut donc intégrer un plan d'information et d'éducation sur les risques. Les citoyens ne sont pas toujours au courant. Dans certains cas, ils s'en doutent vu les conditions géographiques et météorologiques ou les événements qui sont apparus dans la zone. Mais souvent, ils n'ont jamais été informés correctement à ce sujet. D'autre part, ils peuvent parfois avoir l'impression que le risque surgit de nul part alors qu'en réalité il est là depuis des années mais n'avait jusqu'alors pas été relevé officiellement (Tagdell et al. 2017).

Bien entendu, avant de mettre quelque système de réduction des risques en place, il faut avoir une connaissance complète du glissement de terrain et de son risque, cela doit être la phase initiale de tout plan de gestion. Lorsque le sujet est examiné en profondeur, les différentes techniques de réduction de risques peuvent être instaurées. En parallèle, il est important de préserver les zones qui peuvent subir un glissement de terrain et qui sont libres de construction. Cela permettra d'éviter la génération de nouvelles zones à risques (SSG, 2015) .



Illustration 15 – Camion sous un glissement au nord de Quito (Source : El Telegrafo 2018)

Souvent en dernier lieu, la technique de gestion des risques de glissements de terrain radicale est la relocalisation préventive de la population ou d'une partie de celle-ci sur un nouveau site à l'abri de risques de glissements de terrain. Un programme de cette ampleur doit être étudié minutieusement au préalable pour en assurer la réussite. La Banque Mondiale le présente en quatre phases (Il. 16)

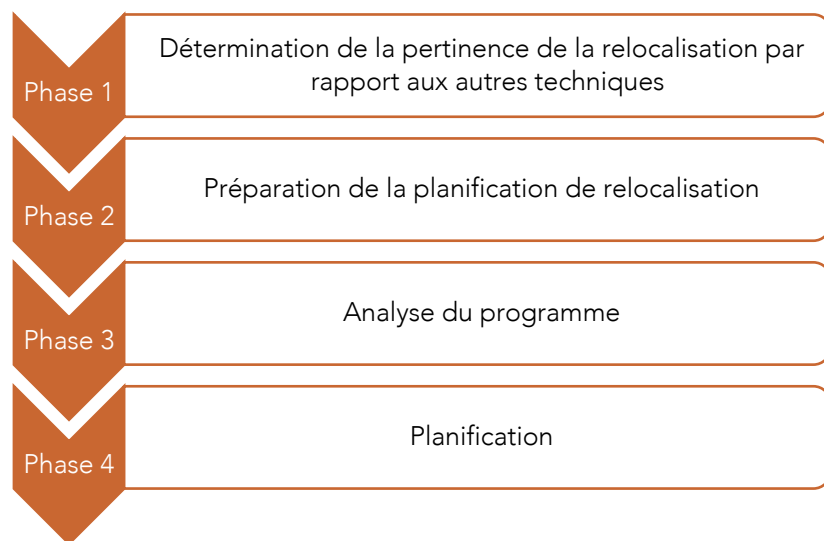


Illustration 16 – Phases d'un programme de relocalisation

La première phase consiste à **déterminer le plan de réduction des risques** et de justifier le choix de la relocalisation en tant que solution appropriée. Il faut pour cela estimer le risque et les pertes possibles d'une catastrophe et ensuite étudier et comparer les différentes techniques de réduction des risques possibles pour le cas donné.

Dans la seconde étape, les discussions s'attardent sur les **conséquences éventuelles du plan de relocalisation** et les moyens mis en œuvre pour résoudre ces problèmes. C'est le moment également de déterminer les équipes participatives, proposer des systèmes de gestion et de préparer les dernières phases.

La phase suivante est la **préparation de la relocalisation** avec une analyse complète du groupe déplacé et des impacts sur les habitants. D'autres sujets sont préparés pour que le projet se déroule sans embuche, il s'agit entre autres de l'inventaire des infrastructures du quartier existant, de l'information et l'implication des citoyens, des objectifs de la relocalisation et des usages potentiels de la zone d'habitats délogés.

Enfin, le dernier stade du plan est la **planification** à proprement parlé. Elle se divise en trois programmes importants :

- Un programme de relocalisation ;
- Un programme de réutilisation des zones à risques abandonnées ;
- Un programme d'application de techniques de prévention des risques comme des systèmes d'avertissement de mouvements des terres et des plan d'évacuation. C'est dans ce dernier programme, que des systèmes d'information et d'instruction sur le risque de danger et sa gestion doivent être instaurés pour la population.

Cette ultime phase de planification se termine par l'élaboration d'un emploi du temps de toutes les activités et travaux prévus dans ce programme de relocalisation. Il est accompagné d'un budget détaillé calculé pour rendre l'action possible (Correa & al. 2011).

Conclusion

La gestion des risques est un sujet d'étude à part entière, surtout vu sa complexité. Elle se décline dans tous les domaines et est difficilement généralisable. Dans la gestion des risques de glissements de terrain, les solutions proposées sont elles aussi complexes à généraliser. On peut les classer dans des catégories : les stratégies d'informations publiques, les stratégies techniques et les stratégies urbaines. Mais leur développement doit être étudié au cas par cas, selon l'environnement, la géomorphologie et les moyens disponibles pour chaque situation.

PREMIÈRE PARTIE : ÉTAT DE L'ART

3. RELOCALISATION

- Introduction

- Définition

- Causes et conséquences

- Outil de réduction des risques : la relocalisation préventive

- Enjeux de la relocalisation

 - Politique*

 - Economique*

 - Social*

 - Environnemental et territorial*

 - Constructibilité*

 - Mobilité*

- Réussites et échecs de relocalisation dans le monde

Introduction

Lorsque la solution de gestion des risques choisie est une relocalisation, il faut commencer par réaliser des recherches approfondies et prendre en compte de nombreux critères avant de se lancer dans un projet d'une telle ampleur et d'un tel impact sur une société. Dans cette partie, on définit plus précisément ce qu'est la relocalisation de zones à risques, comment l'entreprendre et créer un projet efficace et fonctionnel.

De nombreux enjeux entrent en compte lors d'un projet de réinstallation d'une communauté. Plusieurs sont abordés dans ce chapitre. Ils n'interviennent pas tous dans chaque cas mais sont aussi importants les uns que les autres. Le critère social est le plus capital car il influence la plupart des autres enjeux.

Enfin, le chapitre se termine sur une étude de deux cas existants dans le monde pour déceler les techniques à reprendre et celles à éviter dans un tel projet.



Définition

Une relocalisation est un déplacement, souvent involontaire, d'une population de leur maison et village ou quartier vers un nouveau site dans leur propre intérêt. Le but est d'éviter des catastrophes et des pertes pour les habitants et le pays et d'améliorer leur cadre de vie. Ces migrations peuvent être compensées financièrement ou matériellement selon le gouvernement du pays (Menoni, 2008).

Dans beaucoup de villes du monde peu ou sous-développées, l'établissement de certains quartiers se fait dans des zones non-prévues à cet effet pour différentes raisons mais principalement économiques. L'extension des villes avec ces implantations humaines illégales causent de nombreux problèmes sociaux, économiques, politiques, etc. Elles ne sont parfois dotées d'aucun système de régulation environnementale ou sanitaire et d'aucune structure ni infrastructure basique pourtant nécessaires à une communauté. Les habitants de ces faubourgs se mettent en danger de santé ou de désastres environnementaux et naturels, souvent initialement de manière inconsciente. C'est ainsi que des réinstallations de secteurs urbains voient le jour dans des plans de développement de villes. La relocalisation est, dans ces cas, utilisée comme un outil de réorganisation du contexte urbain afin d'offrir aux habitants de meilleures conditions de vie et des logements adaptés et appropriés à leur mode de vie (Joya Robles, 2009).

Cependant, la relocalisation est un réel défi pour la ville et pour les organisations qui la mettent en place. Elle soit se faire de manière à répondre à certains critères d'un mode de vie décent selon les droits de l'Homme. En effet, les conséquences d'un programme de relocalisation sont nombreuses tant pour la municipalité que pour la population. Il faut donc rechercher à les rendre positives. C'est ce qui rend le projet complexe et long à mettre en œuvre. Dans le Tableau 7 suivant sont rapportés par Cernea & Christopher (2000) les impacts négatifs majeurs relevés dans des cas de relocalisation existants. Pour chaque impact, il font correspondre les Droits de l'Homme qui ne sont pas respectés. Ces conséquences ne sont en général pas uniques mais découlent les unes des autres et beaucoup sont associées (Joya Robles, 2009).

Impacts directs et indirects	Description	Droit de l'Homme
Perte du terrain et/ou de l'habitation	L'expropriation peut engendrer une perte d'identité et d'appropriation des lieux.	Droit à l'habitation
Chômage	Une perte du lieu de travail peut causer un chômage. Le manque d'accès à des institutions scolaires crée une rupture ou une absence d'éducation auprès des plus jeunes relocalisés.	Droit au travail Droit à l'éducation
Problème de santé	Le manque d'infrastructures d'assainissement et de salubrité (égouttage, récolte des déchets, etc.) peuvent causer des problèmes de santé physiques.	Droit à la santé Droit à l'eau
Insécurité alimentaire	La malnutrition peut être une conséquence d'une installation sur des terres peu fertiles ou du temps nécessaire à reproduire les cultures alimentaires.	Droit à la sécurité individuelle
Fragmentation sociale Isolement physique et/ou psychologique	La division des réseaux sociaux et la perte des liens amicaux et familiaux peuvent créer des troubles psychologiques et émotionnels, voire des problèmes de santé.	Non-discrimination
Perte d'accès aux services communautaires	Un manque d'accès à certains services publics, lieux de cultes et de rencontres crée une perte de l'identité et de l'appartenance.	Droit à culture Droit à la ville

Tableau 7 – Impacts négatifs majeurs des relocalisations et les droits humains liés

Causes et conséquences

Il existe deux types de relocalisation : la relocalisation préventive et la relocalisation mise en place après un désastre. Avec la première, on s'attend à un projet réussi et qui répond à tous les Droits de l'Homme présentés dans le Tableau 7 précédent vu le temps de préparation. Dans le second cas, c'est le temps qui est l'ennemi principal, car la réalisation du projet doit se faire rapidement. Il n'est pas toujours aisé de remplir tous les critères, surtout dans la précipitation (Joya Robles, 2009). C'est pourquoi une prévention vaut toujours mieux qu'une réparation.

Pourtant, le deuxième type de réinstallation de population est le plus utilisé. Dans la littérature, il existe un plus grand nombre de cas de réinstallations après les désastres. Il est même difficile de trouver des analyses du type préventif. Depuis quelques années, la prise en charge de cette dernière technique est en augmentation par les gouvernements car les nombreux bénéfices à long terme ont été prouvés par des projets réalisés.

Néanmoins, plusieurs réinstallations rapides post-catastrophes ont été réussies malgré l'empressement de la mise en oeuvre du projet. Les points positifs et négatifs de quelques exemples analysés sont décrits dans la suite de ce chapitre.

Entre ces deux modèles, l'objectif commun est assurément de proposer à la population un lieu de vie sûr et agréable en répondant à des enjeux politiques, socio-économiques, environnementaux, etc. Fréquemment, ces relocalisations ne sont pas souhaitées par la population bien que ce soit une décision prise pour leur prospérité.

Les causes d'un tel déménagement sont nombreuses et diverses selon les cas mais la base est la même: le caractère hasardeux des quartiers et villages.

Il existe trois types d'événements qui induisent les relocalisations :

- Des catastrophes naturelles menaçantes;
- Des événements politiques tels que des guerres, des crises, etc.;
- Des programmes d'insertion de quartiers sous-développés qui créent des atmosphères de dangers économiques et sanitaires. Pour ce dernier on pense directement à donner l'exemple des favelas au Brésil.

Pour le dernier cas, la différence majeure est que la relocalisation est planifiée et programmée par les institutions gouvernementales, ce qui n'est pas toujours le cas dans les deux premiers (Cernea, 1993).

Les causes principales qui provoquent le plus régulièrement les migrations sont l'impact économique, l'impact environnemental, la volonté d'améliorer les bidonvilles et quartiers défavorisés et les programmes de développement urbain. Souvent, il y a plus d'une cause à un projet de relocalisation. (Cernea, 1993).

Dans les trois cas, l'opportunité d'être relocalisés leur apporte en général beaucoup. Tout d'abord, un nouveau départ dans une habitation conforme et robuste ayant accès aux services de base comme l'eau potable. Ceci améliore la santé physique des habitants. Ensuite, avec ce nouvel environnement privé sûr, ils peuvent développer leur carrière, trouver du travail et percevoir des revenus. Ce qui engendre une meilleure inclusion sociale et économique. Les plus jeunes peuvent avoir un accès plus aisé à des institutions scolaires. Au niveau social, des nouvelles relations saines peuvent se créer ce qui impacte le bien-être psychologique.

Certes, les conséquences affectent directement la population mais aussi indirectement les autorités publiques. C'est pourquoi, elles proposent ces programmes de réinstallations et mettent tout en œuvre pour leur réussite.

Outil de réduction des risques : La relocalisation préventive

La réduction des risques est un domaine de recherche de la gestion des risques, comme présenté précédemment. Parmi les stratégies de réduction des risques, on retrouve la relocalisation préventive. Cette technique permet de prévenir en amont un événement catastrophique en mettant la population en zone de sécurité avant qu'un désastre ne survienne (Correa, 2011).

Le choix de la relocalisation préventive doit venir d'un accord du gouvernement et des institutions spécialisées. Il est nécessaire de faire une évaluation préalable des différentes mesures de réduction des risques, leurs avantages et inconvénients et leurs aspects économiques, sociaux, politiques et environnementaux. Après cette analyse des possibilités des systèmes de réduction des risques, la relocalisation peut être déterminée comme la meilleure solution. Cependant, les chercheurs ont pendant longtemps, et encore de nos jours, préféré éviter cette technique car elle peut être aussi néfaste que bienfaitante. Coûteuse en temps et en argent pour obtenir un résultat opportun, elle est en général la dernière solution appliquée (Correa, 2011).

Si le projet de réinstallation d'un quartier, d'un village ou d'une ville est estimé comme la solution adéquate et est correctement élaboré en respectant les droits cités dans le Tableau 7, en produisant un urbanisme ajusté au mode de vie de la population et en s'intégrant correctement à l'environnement, beaucoup d'avantages peuvent être tirés de ce nouvel emplacement de la communauté. Pour le gouvernement ou la municipalité, le bénéfice majeur est la différence financière investie préalablement pour la relocalisation par rapport aux coûts immenses d'une reconstruction après un désastre et les pertes économiques qui y sont directement liées (Correa, 2011).

Bien entendu, un projet peut sembler idéal sur papier et lors de la mise en œuvre mais la population peut le rejeter pour diverses raisons car le facteur humain est imprévisible. Pour les aider, il est nécessaire que les habitants apprivoisent petit à petit le projet et se préparent psychologiquement. (Correa, 2011).

Lorsque la stratégie de management des risques adoptée et justifiée est la relocalisation préventive ou post-catastrophe, elle doit suivre un certain déroulement (Il. 17). Il est à noter que cette solution est plus utilisée dans les cas de glissements de terrains que pour d'autres catastrophes naturelles.

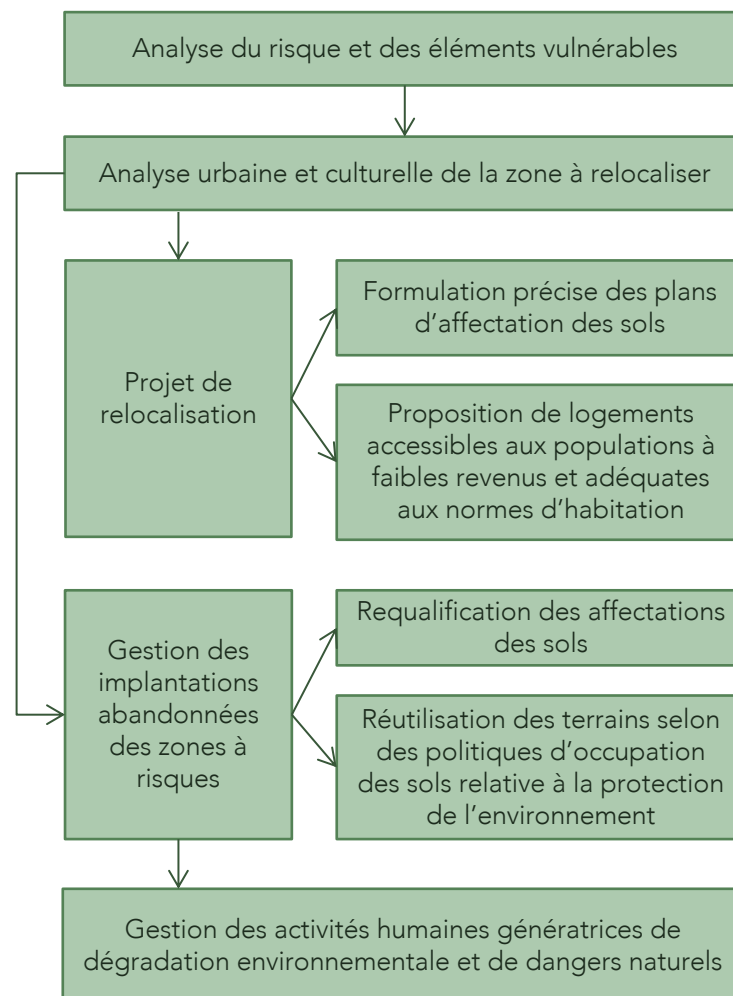


Illustration 17 – Étapes de la relocalisation préventive

L'avantage principal d'un tel plan de prévention est qu'il est certain que la zone de relocalisation n'exposera plus les habitants à des risques majeurs, voire mortels. En proposant un projet de ce type, il est possible d'améliorer d'autres caractéristiques du milieu urbain et environnemental des habitants et leur donner accès à des services et infrastructures qu'ils n'avaient pas auparavant. Il est aussi intéressant de proposer une nouvelle organisation pour un mode de vie plus confortable. C'est pourquoi une relocalisation préventive est intéressante, car elle peut améliorer fortement la qualité de vie des citoyens déplacés. Il faut donc profiter du temps donné pour proposer un projet urbanistique adapté et conçu pour les citoyens. Il faut percevoir cette technique de relocalisation comme une prévention mais aussi comme une correction et une adaptation de la façon de vivre dans notre ère actuelle. Pour être réussi, un plan de prévention de cette ampleur doit être accompagné de mesures de préparation et de réaction face au danger. Ceci passe par l'éducation et la communication des peuples vulnérables.

D'un autre côté, la relocalisation peut parfois causer plus de problèmes que de bénéfices si elle n'est pas étudiée et pensée correctement, c'est-à-dire en concevant pour la population migrante. La réinstallation implique de déplacer aussi les activités économiques liées au village ou au quartier et conserver au maximum les relations sociales existantes. La relocalisation devrait toujours être considérée comme une opportunité de développement social et économique.

Il faut faire attention que l'objectif d'un tel programme n'est pas de reconstruire à l'identique un quartier en danger mais de proposer un aménagement urbain et architectural répondant aux contraintes et aux modes de vie de la population tout en soumettant des améliorations de la qualité de vie. Il faut garder en tête que le but est de sauver des personnes d'un danger potentiel et leur offrir un meilleur cadre de vie.

En général, le frein principal est le budget requis pour exécuter l'ensemble du projet, des premières analyses à la construction. La préparation du programme est donc une phase très importante qui doit prévoir le budget pour que le plan soit exécuté.

Une relocalisation est donc complexe. La phase d'évaluation est très importante. Avant de mettre en place un quelconque plan d'urbanisation, il faut s'assurer que la solution est durable et nécessaire. Pour cela, une étude sur les enjeux présentés dans la suite est obligatoire. Certaines questions sont primordiales avant de lancer le projet :

- Y a-t-il besoin de nouvelles habitations légales ? Si oui, combien ?
- Y a-t-il un site hors des zones à risques propice à accueillir un tel projet ?
- Le projet est-il accessible financièrement et socialement ?
- Le site est-il accessible avec n'importe quel moyen de transport de manière à éviter l'isolement ?
- La population est-elle favorable à se déplacer connaissant les circonstances ?
- Quel est le budget du projet ? Et quels sont ses bénéfices économiques à long terme ?
- Quels sont les profits supplémentaires par rapport à un autre système de prévention ou de reconstruction ?

Enjeux de la relocalisation

Dans l'ensemble des cas de relocalisation plusieurs enjeux apparaissent. Selon le pays et son système politique, certains facteurs sont plus importants que d'autres. Les trois qui reviennent bien entendu le plus souvent sont les enjeux politiques, économiques et sociaux qui sont presque toujours corrélés. C'est en effet les préoccupations premières de notre société actuelle dans tous les domaines en général. Dans la suite, on explique les enjeux principaux et influents liés à la relocalisation et la manière dont ils impactent ces programmes. Le caractère social est le plus important car il a des incidences sur beaucoup d'autres d'enjeux.

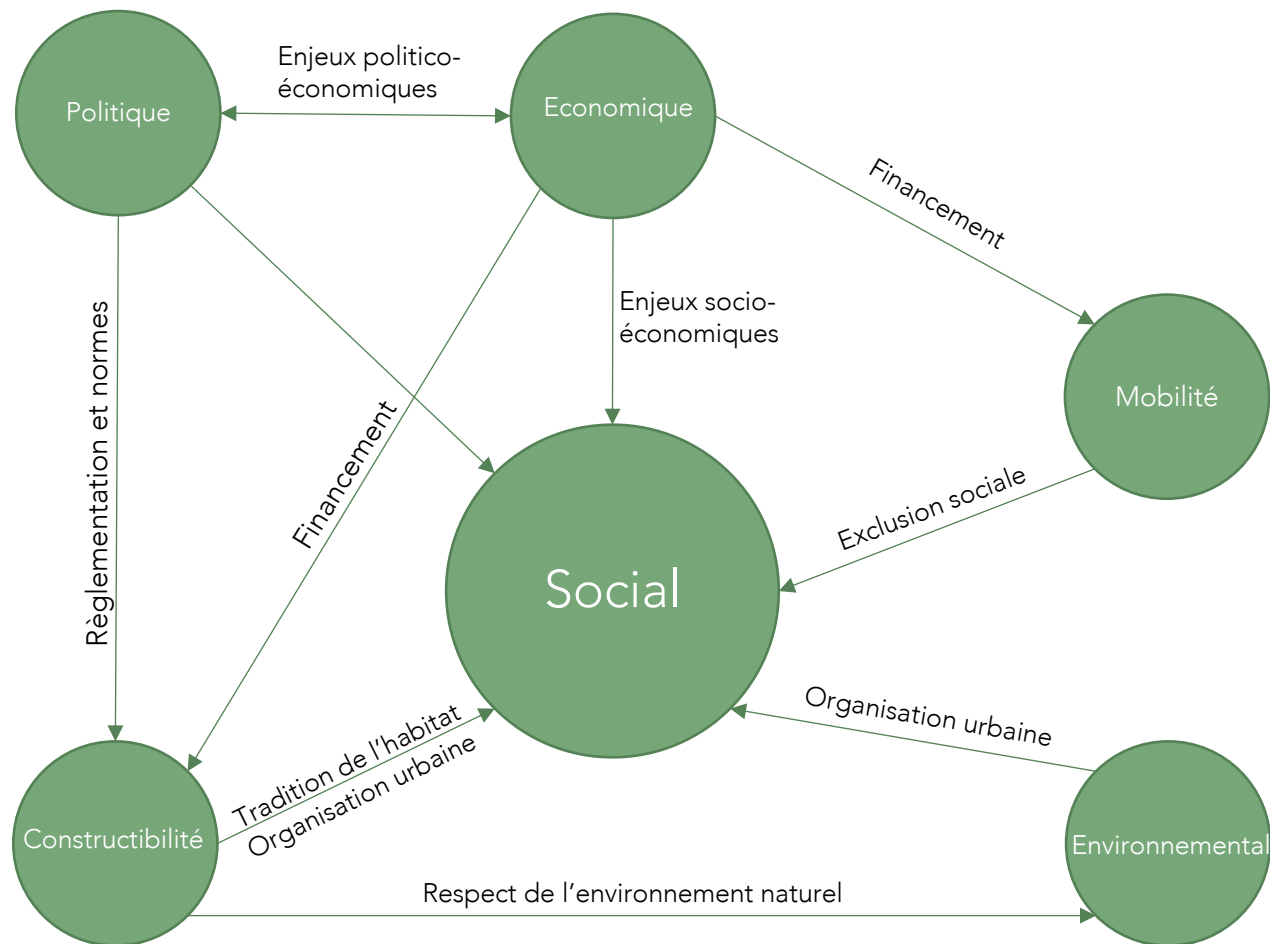


Illustration 18 – Relations entre les enjeux de relocalisation

Enjeu politique

En général, le gouvernement commence à adopter des lois et des systèmes de gestion des risques lorsqu'un événement conséquent en pertes humaines et matérielles est survenu dans le pays. Les conséquences d'un désastre pour le pays sont parfois colossales. De plus, la façon dont le pays gère la situation lui donne une image positive ou négative auprès du reste du monde ce qui est une forme de publicité pour le pays. Les relations entre pays sont aussi d'une grande importance dans ces circonstances (Correa, 2011).

Dans certaines sociétés, il est difficile de faire respecter les nouvelles politiques. Les plans d'occupations des sols sont un exemple de ce non-respect par les implantations humaines en zones de dangers qui sont alors non-constructibles.

Un autre enjeu capital est la façon et la rapidité avec lesquelles le pays se rétablit et reprend ses activités. Plus il se relève vite, moins il y aura de conséquences sur la population et sur les rentrées financières du pays. Par exemple, un pays touristique pourra reprendre plus facilement ses occupations et les pertes financières seront réduites. On voit dans cet exemple que l'économie se détache peu de l'enjeu politique.

L'impact politique dépend également de l'échelle de la relocalisation, qu'elle se fasse à un niveau local ou régional change le point de vue des intervenants et par conséquent l'implication des institutions gouvernementales et ce, pour plusieurs enjeux. Bien entendu, même à un niveau local, la dernière décision revient au gouvernement national.

Enfin, les politiques ne doivent pas omettre les plans d'éducation et de formation face aux dangers. Cela doit être un objectif des plans de gestion des risques, notamment dans le cas où toute la population ne peut être relocalisée. Il faut alors s'assurer qu'elle connaisse les risques auxquels elle est exposée et comment se conduire vis-à-vis des dangers apparents. La sensibilisation des plus jeunes est essentielle car ils sont le futur des quartiers et villages. Ils ont donc un effet sur l'évolution et la gestion de leur communauté.

Enjeu économique

C'est probablement un des plus important selon le gouvernement car, comme dans beaucoup de domaines, l'aspect financier est crucial pour tous les pays du monde et encore plus pour certains pays en voie de développement. C'est souvent le budget qui dirige les projets et investissements du pays. La relocalisation et la reconstruction sont des solutions très coûteuses et donc pas toujours évidentes à exécuter. Dans le cas de la relocalisation préventive, le coût élevé est investi en plusieurs étapes reprises dans le Tableau 8 ci-dessous. D'un autre côté, la relocalisation a beaucoup de bénéfices financiers malgré le coût important de l'investissement (Menoni, 2008).

Investissements	Bénéfices financiers
Les investigations préalables à un projet efficace et adéquat	La réduction des coûts des pertes d'une catastrophe
La planification du projet	La réduction des coûts des secours en cas de catastrophe
La mise en œuvre du projet	La réduction des investissements dans des techniques de réduction des risques et des systèmes d'avertissement
La compensation financière des habitants relocalisés	La réduction des coûts de reconstruction
La démolition des édifices délogés	Gains directs des activités économiques

Tableau 8 – Comparaisons des montants investis et perçus d'une relocalisation préventive

Il faut rester patient pour recevoir les bénéfices directs gagnés lors d'une relocalisation car il faut un temps d'acceptation et d'adaptation de la communauté dans son nouveau site et de la population d'accueil avant que les affaires ne reprennent réellement. Ce temps permet à chacun de trouver sa place dans la nouvelle communauté et de relancer son activité économique, cela peut durer plus ou moins longtemps.

Dans le cas d'une relocalisation rapide suite à un événement désastreux, le coût se divise entre trois actions principales : l'hébergement temporaire des familles victimes des dégâts, les secours qui leur sont octroyés et la reconstruction d'un nouveau site pouvant les accueillir à long terme.

C'est la relocalisation préventive qui revient normalement le moins cher à long terme car le budget est déterminé à l'avance et peut être adapté à la situation financière du village. Des astuces et techniques peuvent être considérées pour permettre de réduire le coût de la construction en bâtissant avec les habitants et les matériaux locaux par exemple. Il faut évaluer la réussite financière d'un projet sur le rapport des bénéfices et des coûts directs du projet sur cinquante ans.

Intégration financière

En mettant en place un déplacement comme celui-ci, il faut faire attention à intégrer des activités économiques dans le nouveau site pour deux raisons :

- Éviter la pauvreté dans le but que la population se sente bien dans sa nouvelle communauté.
- Améliorer l'économie du pays en proposant de nouvelles activités économiques manquantes au quartier.

Le fait de travailler permet de créer une sécurité économique pour les habitants en plus des liens sociaux qui sont très importants. Ils peuvent ainsi se sentir bien dans leur nouvel espace et ont l'esprit occupé. C'est une forme d'intégration dans le site déplacé.

Il ne faut pas cependant juste créer de nouveaux emplois mais essayer de garder et déplacer avec la population les activités économiques de la zone à risque. De cette manière, les habitudes restent inchangées au niveau professionnel et il n'y a pas besoin de former les habitants. L'occupation la plus difficile à déplacer est l'agriculture qui est dans beaucoup de cas une des activités principales des populations relocalisées (Qiana et Xue, 2017).

Enjeu social

Un des avantages les plus importants d'une réinstallation préventive est le fait de garder une population en activité et non-affectée psychologiquement et physiquement par un désastre de la nature. Ceci est capital pour les autres enjeux dont la partie économique et politique. Une population qui vit bien reflète une bonne image du pays et améliore son économie en restant en action. (Menoni, 2008)

Pourtant, c'est aussi un des enjeux les plus complexes car le facteur humain est imprévisible et surprenant. C'est donc celui qui doit être analysé le plus en profondeur pour suivre sa façon de vivre et d'agir dans son environnement. L'humain est la base de la société c'est pour cela qu'il est important de l'impliquer dans le projet. (Tadgell, et al., 2017)

Selon le niveau de relocalisation, les intervenants sont différents et leurs points de vues et intérêts divergent. Dans le cas d'une relocalisation régionale, ce seront surtout les autorités publiques qui prendront la décision d'appliquer le plan de déplacement selon des intérêts majoritairement politiques et économiques, parfois environnementaux. Pour un projet à plus petite échelle, ce seront les habitants et les autorités locales qui décident si il est dans leur intérêt de se déplacer. Ce sont alors les aspects financiers, de santé et les relations sociales qui priment dans la décision.

Liens sociaux

Tout individu a plusieurs cercles sociaux : la famille, les amis et les relations professionnelles. L'humain est très sensible à cet accompagnement permanent et quotidien. Il n'est pas fait pour vivre seul en général. Quand ces liens sont coupés involontairement, son équilibre en pâtit. Le problème ne s'arrête pas à ce niveau mais se répercute sur d'autres critères de la vie car il engendre un mal être qui peut également découler sur son entourage et cela devient un engrenage infernal. Dans un projet de relocalisation, il est donc fondamental de maintenir l'équilibre social de l'individu et de la population entière.

Dans les relocalisations apparaissent deux façons de procéder en déplaçant l'ensemble ou une partie de la population sur un même site ou individuellement. Correa, dans le guide de relocalisation (2011), définit les réinstallations collectives et individuelles comme suit :

Relocalisation collective

Caractéristiques :

- Toutes les familles sur le même site (division parcellaire)
- Projet d'urbanisation
- Organisation urbaine sur base des relations sociales et économiques

Mise en œuvre quand ...

- Relations socio-économiques internes et cohésion sociale fortes
- Caractéristiques du quartier homogènes
- Revenus à partir de l'environnement

Relocalisation individuelle

Caractéristiques :

- Les familles sont dispersées dans la ville ou dans le pays
- Utilisation du marché immobilier existant
- Compensation matérielle et financière
- Proposition de conseils pour retrouver un équilibre personnel

Mise en œuvre quand ...

- Relations socio-économiques internes et cohésion sociale faibles
- Compensations financières et matérielles suffisantes

Tableau 9 – Comparaison entre une relocation individuelle et une collective

Attention, dans cette deuxième situation, beaucoup de risques sont pris dans le cas d'une seule compensation financière. Cela ne suffit pas en général à une adaptation et une intégration totale. Premièrement, la compensation n'est pas souvent suffisante pour acquérir un nouveau bien. Deuxièmement, les familles sont souvent payées petit à petit, ce qui ne leur permet pas d'avancer un paiement en une fois.

Ensuite, il n'est pas toujours possible de trouver un logement légal et conforme avec le budget reçu. Il y a alors un investissement personnel à faire que tout le monde ne peut pas se permettre. Enfin, un dernier problème souvent rencontré dans ce cas de figure est que le budget reçu n'est pas utilisé directement dans le logement mais dans d'autres frais préalables à la reconstruction d'une habitation (Correa, 2011).

Culture

En déplaçant une société de son lieu de vie initial, il faut prendre en compte sa culture. Chaque population du monde a un mode de vie dépendant de la culture et de la religion. Si on les sépare de ces dernières, la population n'a plus de repère et cela aura des répercussions sur les autres enjeux. Dans beaucoup de cultures, la famille est un pilier social et émotionnel. C'est donc probablement le réseau social qui a le plus d'importance. Dans bien d'autres, les liens sociaux sont associés aux pratiques religieuses qu'il ne faut donc surtout pas négliger.

Des aspects différents sont mis en avant dans chaque pays et la vision de l'autre, de l'espace public et privé diffèrent autant. C'est pourquoi l'urbanisme et l'architecture sont si riches à travers le monde. Il faut donc se renseigner et analyser chaque entité des villes à déplacer pour comprendre leur fonctionnement et leur manière de vivre. L'aspect social a donc des conséquences directes sur l'espace urbain. Ainsi, un projet de relocalisation a une plus grande chance d'être une réussite.

Dans un projet de relocalisation, il est donc fondamental de maintenir l'équilibre social de l'individu et de la population entière. En effet l'enjeu social est énorme dans ce type de projet urbanistique car il impacte directement tous les autres, et tous les autres ont une influence sur lui. L'habitant étant au centre du dessein, sa participation est d'une grande aide dans la planification. Elle devrait même, comme dans tous les projets d'urbanisme, avoir une place capitale dans la prise de décision.

Enjeu environnemental et territorial

La géologie étant un des facteurs responsables des désastres naturels, il est logique qu'il impacte leurs conséquences également. L'enjeu environnemental dans une réinstallation, comme pour tous les projets de construction, est donc considérable car il prend en compte le site abandonné en plus du nouveau territoire qui accueille la population (Menoni, 2008).

Sur le site d'accueil, les incidences sont plutôt négatives. La construction d'un nouvel ensemble urbain imperméabilise le sol, ce qui peut à nouveau engendrer des complications de la nature. Mais le caractère légal du nouveau site induit des études préalables dans la planification afin de minimiser l'impact sur l'environnement naturel. Il faut surtout faire attention à ne pas recréer une situation qui expose les habitants au risque (Correa, 2011). Un autre point négatif sur le territoire est que, souvent, les parcelles de terrains proposées sont plus petites que celles d'origine. (Qiana et Xue, 2017) Pourtant, l'espace est mieux distribué et mieux utilisé grâce aux plans. De prime abord, la diminution de la surface parcellaire n'est pas acceptée, mais le confort qui est proposé dans le projet renverse la vision des habitants du nouveau quartier. Dans ces cas, on comprend que la planification et l'organisation urbaines sont fondamentales.

D'autres part, sur le site d'origine, les enjeux sont en majorité positifs. Le premier et le plus important est le retour vers un environnement naturel du site délogé en détruisant les constructions existantes. Ceci permet également éviter une repopulation dans la zone à risques. On retrouve ainsi la perméabilité du sol par une reforestation éventuelle. Le but est surtout de rétablir l'équilibre de l'eau dans les sols et récupérer une capacité portante des terrains engendrant un risque. Menoni (2008) propose de diminuer l'impact environnemental de la construction en relocalisant les personnes volontaires dans des logements existants dans les centres villes et, du moins, leur laisser le choix de vivre hors du nouveau site. Cela permet de densifier les centres urbains dans lesquels on trouve plus de possibilités d'emploi et d'utiliser les habitations vacantes dans les villes. (Menoni, 2008 ; Tagdell et al., 2017)

Enjeu de constructibilité

Cet enjeu est une des bases d'un projet de réinstallation car si la construction n'est pas possible pour diverses raisons pratiques, le projet n'a aucun intérêt. Donc une fois que le plan de réduction des risques accepte la relocalisation comme la technique appropriée, la faisabilité de la mise en œuvre du projet est l'étape suivante.

Localisation

Le premier obstacle dans un plan de relocalisation est le choix du site qui recevra la nouvelle population. (Menoni, 2008) En effet, elle a des influences sur plusieurs autres facteurs. Ceux qui semblent les plus influents sont illustrés sur l'illustration 19 suivante.

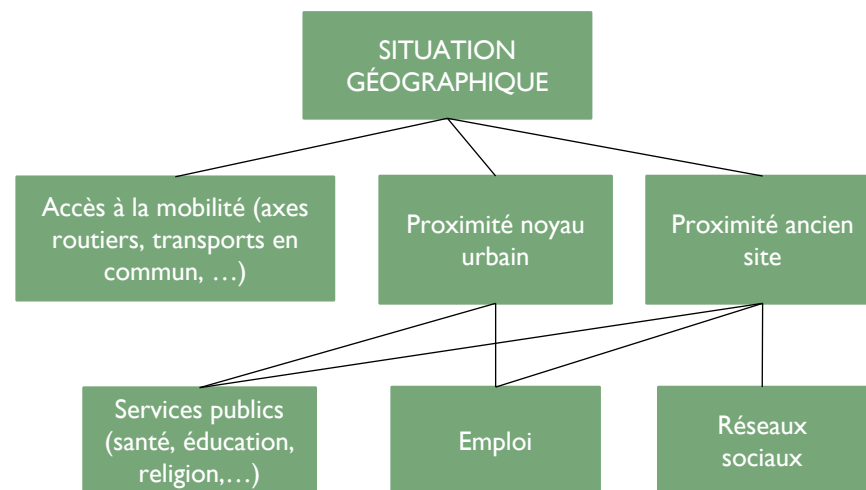


Illustration 19 – Influence du facteur géographique sur d'autres enjeux

En effet, déplacer une population dans un site inaccessible et avec des accès restreints à divers types d'activité et de services est un échec couru d'avance. Comme expliqué pour l'enjeu social, l'habitant doit se sentir bien dans son nouveau lieu de vie et cela ne signifie pas simplement vivre dans un bel espace urbanisé.

Urbanisation et services

Comme présenté précédemment, un grand nombre de besoin de relocalisation apparaît dans des quartiers illégaux, hasardeux et par conséquent souvent sous-équipés. Le projet permet alors de proposer un aménagement convenable avec des infrastructures favorables à un mode de vie sain. L'accès à l'eau courante, les égouts et l'électricité sont les services de base qui sont généralement imposés dans les relocalisations, surtout pour ceux qui n'y avait pas accès précédemment. Certains quartiers n'ont pas accès non plus aux infrastructures publiques, des services de soins de santé, des institutions scolaires, des commissariats de police, etc. La réinstallation de ces personnes doit pouvoir améliorer cet accès en proposant ces activités dans le nouveau contexte ou rendre son accessibilité aisée dans une cité proche.

L'urbanisation permet aussi de proposer des espaces publics pour créer une ambiance urbaine favorable au bien-être et à la rencontre ainsi que des rues carrossables pour assurer la sécurité de tous les utilisateurs. Cela facilite la mobilité des habitants quel que soit le mode de déplacement et donne l'occasion d'amener un service de transport public par exemple. Tous ces critères vont permettre de développer un projet cohérent pour la ville et les habitants. Il est donc essentiel de réaliser cet enjeu de manière ingénieuse.

- Accessibilité financière

Dans les chapitres précédents, l'enjeu économique a été évoqué comme étant la base du projet. Il est d'autant plus important dans le plan de la relocalisation de proposer des constructions abordables financièrement pour la population. On ne parle pas ici de l'achat, bien qu'il puisse être possible, mais de pouvoir maintenir le logement et s'acquitter des charges. Il faut donc rester cohérent dans la proposition. En effet, si l'investissement du gouvernement ne permet pas à une population de vivre en fonction de ses revenus, le quartier va être déserté et aucun bénéfice, même autre qu'économique, ne sera rapporté à la ville et au pays. L'intérêt est de proposer un projet à valeur égale à celle de la population (Correa, 2011).

Règlementations

Chaque pays a ses normes concernant l'architecture et la construction ainsi que l'urbanisme. Elles existent pour aider à concevoir selon le critère de la sécurité, principalement. Elle ne doivent en aucun cas être évincées pour une nouvelle communauté malgré la complexité de résoudre toutes les difficultés rencontrées. De plus, elles ne doivent pas être un inconvénient à produire une architecture et un urbanisme ayant une certaine esthétique. C'est une des raisons pour lesquelles l'enjeu de la construction est un réel défi (O'Connor, 1987).

De plus, il existe également des règles pour construire en zones à risques modérés mais elles ne sont de toute évidence pas mises toujours en œuvre. De ce fait, beaucoup de zones à risques sont transférées car ces mesures n'ont pas été respectées (O'Connor, 1987). On attend des nouvelles constructions une durabilité certaine et d'autant plus dans une zone à risques modérés. Si le site proposé pour la relocalisation n'est pas en totalité hors de danger, il ne faut pas planifier un schéma semblable au précédent. Cela induirait un risque de se retrouver dans la même situation de danger potentiel.

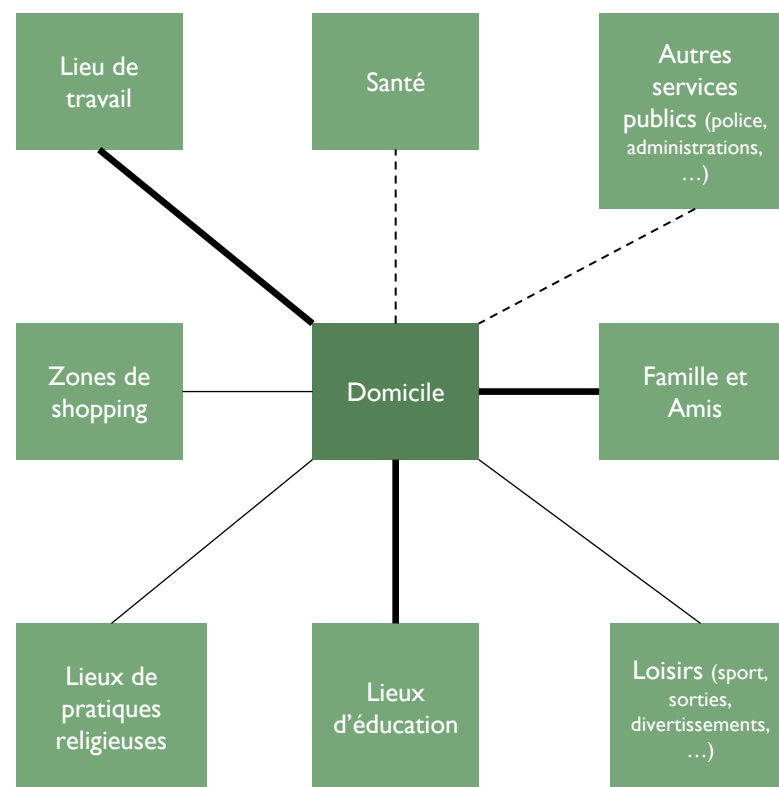
Enfin, les autorités ont l'obligation de désaffecter les sites abandonnés et de réglementer leur accès et réaffecter les sols d'une nouvelle occupation qui interdira la reconstruction sur ces terrains à risques. (Menoni, 2008).

Enjeu de mobilité

Les déplacements journaliers sont bien différents selon le niveau socio-économique de chacun. Selon leur catégorie, les habitants d'un pays ont un lieu de vie, un accès aux transports privés et publics et des obligations de se déplacer totalement divergents. Ces caractéristiques agissent sur l'inclusion et la cohésion sociale des peuples du monde entier. Les mobilisations sont aussi bien différentes de nos jours par rapport à des époques révolues où l'organisation urbaine se faisait à un niveau local. Les services et emplois étaient relativement proches du lieu de vie et les déplacements étaient donc plus courts et plus faciles (Avellaneda et Lazo, 2011).

Dans les projets de relocalisation, ce dernier enjeu n'est pas suffisamment considéré. Il a pourtant une influence importante sur le bien-être de la population pour deux raisons. Premièrement, avoir la possibilité de se déplacer librement, facilement et en sécurité pour un habitant a un impact direct sur ses relations sociales et son sentiment de liberté. Dans un deuxième temps, la circulation des habitants permet des gains financiers considérables pour eux-mêmes et indirectement pour le pays. Pouvoir se déplacer rapidement et sans encombre pour atteindre son lieu de travail est un gain de temps et d'argent et limite risques de santé dus au stress et à la fatigue. Alors, il est en forme physique et psychologique ce qui lui permet de travailler convenablement et de participer à l'économie du pays. De plus, s'il est commode de se mouvoir, la population se déplace, ce qui engendre des bénéfices pour la ville par l'utilisation de ses services et activités.

L'action de relocaliser une population sur un nouveau site engendre un nouveau schéma de mobilité. En effet, les activités diverses de chaque habitant créent des circulations internes et externes au quartier (Il.20). Partout dans le monde, la majorité de la population travaille toute la semaine. Le trajet entre le lieu de travail et la maison est donc celui qui est le plus souvent réalisé (Qiana et Xue, 2017). Il est alors important de le prendre en compte dans le plan de relocalisation et surtout dans le choix de l'emplacement du site. Celui-ci est, de préférence, proche de l'ancien quartier ou propose une offre de transports et de transit élevée.



DÉPLACEMENT

- Quotidien (≥ 2 jours/semaine)
- Hebdomadaire (≤ 2 jours/semaine)
- - - - - Mensuel/annuel (≤ 1 jour/mois-année)

Illustration 20 – Tendance de la mobilité

Réussites et échecs de relocalisation dans le monde

Partout dans le monde des relocalisations suite à une catastrophe naturelle ou préventivement à celle-ci ont vu le jour. Dans le Tableau 10, une analyse des différents cas et les raisons pour lesquelles elles ont été applaudies ou au contraire ont été un échec. Le problème de l'échec de ces projets est que la population revient en général à son emplacement précédent et se retrouve à nouveau face à des risques élevés de mort ou de pertes économiques et matérielles.

Endroit	Nature du désastre	Réussites	Echecs
Vinh Tri et Long Thuan, Vietnam ⁽¹⁾	Inondations	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration des services de base (réseaux d'eau, électricité) • Amélioration des services et de l'accessibilité aux services de santé et d'éducation • Services de transport complets et efficaces • Hygiène sur le nouveau site • Constructions sûres, durables et sans danger 	<ul style="list-style-type: none"> • Services de base payants (avant : eau gratuite) • Prix des nouvelles habitations peu abordables et aides financières promises non reçues • Diminution des revenus et augmentation du coût de la vie
Cagayan de Oro, Philippines ⁽²⁾	Inondations	<ul style="list-style-type: none"> • Permis de construire pour chaque logement • Zone de relocalisation sans risque d'inondation • Qualité moyenne des habitations • Amélioration des services de base (réseaux d'eau, électricité, égouttage) • Evolution du projet : amélioration des points négatifs du projet au cours de la construction selon les retours et analyses 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de titre de propriété → appartenance à l'état • Localisation du site inadéquate (loin des centres villes et de leurs équipements) • Rapidité de la construction (manque de vérification des risques dans certaines zones, manque de supervision des constructions des premières phases)

Tableau 10 – Exemples de relocalisation : points positifs et négatifs

Endroit	Nature du désastre	Réussites	Echecs
Plateau Nakaï, Laos ⁽³⁾	Inondations	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des revenus des ménages • Bonne adaptation à leur nouvel environnement • Amélioration des services de base (réseaux d'eau, électricité) • Augmentation du nombre d'enfants scolarisés et amélioration des service d'éducation grâce à des nouvelles écoles locales • Amélioration des services de santé et création de deux centres locaux. • Amélioration des routes 	
Manjil, Iran ⁽⁴⁾	Tremblement de terre (1990)	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation du nombre d'emplois • Augmentation du nombre de femmes employées et amélioration de leurs conditions de travail • Amélioration des services et de l'accessibilité aux services de santé et d'éducation 	<ul style="list-style-type: none"> • Pertes des terrains agricoles (source de travail et d'alimentation) • Perte de l'autosuffisance pour l'alimentation • Manque de services de transport • Changement de type d'activité économique • Difficultés d'adaptation des villageois relocalisés et des citoyens d'accueil

Tableau 10 (suite)– Exemples de relocalisation : points positifs et négatifs

- (1) Chun M. J. (2015) Planned relocations in the Mekong delta: a successful model for climate change adaptation, a cautionary tale, or both? Brookings Institutions
- (2) Carrasco, S., Ochial, C., & Okazaki, K. (2016). Disaster induced resettlement: multi-stakeholder interactions and decision making following Tropical Storm Washi in Cagayan de Oro, Philippines. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 218, 35-49.
- (3) Nam Theun 2 Resettlement :Taking Stock at the Halfway Point
- (4) Badri, S. A., Asgary, A., Eftekhari, A. R., & Levy, J. (2006). Post-disaster resettlement, development and change: a case study of the 1990 Manjil earthquake in Iran. *Disasters*, 30(4), 451-468.

Deux cas sont présentés plus précisément. Pour chacun, une comparaison des situations avant et après la relocalisation est décrite. Les deux cas se situent en Colombie, le premier est une relocalisation préventive au désastre et le second a été réalisé après des glissements importants survenus plus d'une fois dans le secteur. Ces exemples sont choisis pour les similitudes avec le cas étudié par la suite.

Relocalisation des quartiers de Juan Bobo, Colombia (2005) ⁽¹⁾

<i>Situation avant</i>	<i>Situation après</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Quartier situé sur les hauteurs de Medellín au bord d'un ravin. Le milieu initialement naturel avec un cours d'eau est, à cause de l'urbanisation sauvage et informelle, fortement endommagé. Le cours d'eau a longtemps été le débarras de la population avec de la terre déplacée et des déchets ce qui a altéré l'environnement et causé des glissements de terrains. • Il accueille une population dont les revenus sont bas et presque la moitié n'a pas du tout d'emploi. • Le quartier est surpeuplé. Un habitant vit en moyenne dans 7 m². • Le quartier s'est développé suivant la topographie du lieu sans planification urbaine. Les maisons sont presque toutes illégalement construites et dans de mauvaises conditions. • Les services de bases sont détériorés et pollués. Les habitants fraudent pour avoir accès à l'eau et à l'énergie tandis que le système d'égouttage est informel et réalisé par les habitants. • Les espaces publics sont inexistantes et la rivière est contaminée par les eaux noires du quartier. • La mobilité dans le quartier et l'accessibilité aux maisons sont déplorables. • La relocalisation se fait sur place. C'est alors un plan de réaménagement total du secteur et d'amélioration de la qualité de vie sur place. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construction d'un nouveau quartier sur le même site. • Création de blocs d'appartements selon les normes de construction avec accès à la lumière et la ventilation naturelles. Les habitations dont la structure était améliorable ou validée ont simplement subi des renforcements ou des extensions. • Légalisation des logements. • Amélioration de l'environnement avec la création d'espaces publics extérieurs de qualité et réappropriation des espaces verts et naturels du ravin. Assainissement du cours d'eau. • Zones communes intérieures tels que des salons, une ludothèque et des espaces de jeux pour enfants. Mais il manque encore des infrastructures de sports, de parking, de gardiennage. Des espaces commerciaux sont disponibles au rez-de-chaussée des bâtiments. • Accès à l'eau potable, à l'énergie et à la collecte des déchets. • Amélioration de la mobilité douce au sein du quartier et connexion continue entre le quartier et la ville : piétons, bus, taxis, métro et voitures privées. • Selon les témoignages d'habitants, la qualité de vie est réellement meilleure. Il y a une meilleure entente des voisins et une réelle appropriation des espaces, publics et privés. • Plus grande sécurité dans le quartier.

Relocalisation des quartiers de Ciudad Bolivar, Colombia (2006-2009) ⁽²⁾

<i>Situation avant</i>	<i>Situation après</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Quartier situé sur les hauteurs de Bogota qui a connu plusieurs glissements de terrain. Pour éviter les dommages futurs, le quartier a été totalement démantelé en trois phases relocalisant plus de 3000 familles. • Le risque apparaît et augmente avec la densification de la communauté dans le secteur. Peu d'habitant connaissent le risque de leur habitation. • Les constructions du quartier sont pour la plupart précaires et illégales. Même sans titre de propriété, la majorité des habitants se considère comme propriétaire des lieux. Seulement 1% des habitants ont accès à tous les services de base (eau potable, égouttage, électricité, gaz, téléphonie, etc.) et 3% n'avaient accès à aucun de ces services. • La situation économique des habitants est médiocre. • Les étudiants se déplacent peu pour atteindre leur institution scolaire (dans le quartier ou la localité). • Une association communautaire organise des événements sportifs ou autres dans le quartier. Les habitants y participent régulièrement et la vie communautaire est importante pour eux. • Une relocalisation temporaire des habitants a été réalisée face au danger imminent. Les habitants ont alors perçu un montant équivalent au prix d'une location. 	<p>De manière générale, les conditions de vie actuelles sont bien meilleures que celles d'avant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ils parlent d'une meilleure ambiance environnementale avec l'offre d'espaces publics extérieurs agréables. • Une amélioration des services publics (santé, administration, éducation, etc.) et des services de transport. Les services de base sont également améliorés. • Les constructions dans lesquelles ils vivent sont de meilleure qualité et hors des zones à risques, ce qui entraîne un sentiment de sécurité et de bien être. <p>Pourtant, le défaut majeur est l'enjeu financier qui est mal géré et donc les habitants ne sont pas ou peu satisfaits.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La perte des relations sociales du quartier de base suite à la relocalisation individuelle de la plupart des citoyens. Ils ont été dispersés dans la ville et dans le pays. Vu le coût des transports, la communauté s'est disséminée et une perte d'appartenance est survenue. • Seule la population a été déplacée mais pas les infrastructures des productions locales (agriculture, élevage, commerces, etc.) du quartier initial. Une grande partie des ménages ont donc perdu leurs sources de revenu initiales. • Nouveaux logements plus petits et non-adaptés au mode de vie des habitants relocalisés. Beaucoup d'habitants ont fait des aménagements supplémentaires à la maison proposée. • Les dépenses pour le foyer et la construction restent tout de même trop élevés malgré l'augmentation des revenus des ménages dans le nouveau quartier. • Forte augmentation du coût de la vie.

(1) Robles Joya S. (2009) Impacts of resettlement due to vulnerability in high risk areas in Bogotá, 1991-2005.

(2) Jonnard F. (2011) La réhabilitation des quebradas de Medellin comme moteur de développement local (Mémoire de maîtrise, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Versailles). Repéré à https://issuu.com/fred.jonnard/docs/m2_fj_25-05-11_hd

Conclusion

La relocalisation n'est donc pas une technique facile à mettre en place et n'est pas un simple projet d'urbanisme. Le but n'est pas de créer un nouvel espace agréable à vivre, c'est avant-tout déplacer une population et tout ce qui l'entoure, de ses biens matériels à ses relations sociales sans oublier son activité économique.

Il faut du temps pour évaluer toutes les éventualités qui peuvent survenir suite à un projet de cette ampleur. Les premiers impactés sont bien entendu les habitants de la population déplacée et éventuellement ceux qui les accueillent. C'est pour cela que la population doit être informée sur le programme mis en place avant la migration et qu'elle doit pouvoir participer, verbalement ou activement au projet. L'inclusion de la citoyenneté dans le programme de relocalisation offre de plus grandes chances d'obtenir un bon résultat.

Comme plusieurs exemples de ce chapitre le démontrent, une relocalisation peut être une intervention réellement avantageuse pour la population. Celle-ci peut donner l'opportunité de vivre dans de meilleures conditions. L'exemple de Juan Bobo en Colombie, est un des meilleurs modèles d'inspiration. C'est une grande réussite politique, urbaine et sociale.

Introduction

Pour terminer cette partie théorique, il est indispensable de présenter le pays des cas étudiés et sa capitale qui les abrite. Le but est de comprendre et connaître un peu plus ce pays d'Amérique du Sud qui a une politique et un fonctionnement bien distincts de l'Europe.

Dans ce chapitre, on s'attarde d'abord sur l'évolution de la ville d'un point de vue démographique et urbain. Ce dernier point permet d'avoir une idée du fonctionnement de la ville d'aujourd'hui et de comprendre sa transformation, notamment en terme de mobilité.

Vu le sujet de ce travail traitant des glissements de terrain, la morphologie et la géologie de la ville doivent être impérativement étudiés. L'ensemble de tous les paramètres vus dans ce chapitre influence l'exposition aux dangers de glissements de terrain. Cette partie définit les différents points de manière générale mais tous les sujets abordés dans ce chapitre sont approfondis et précisés pour les cas locaux de l'étude dans la partie suivante.



L'Équateur et sa capitale Quito

Politique et géographie

La République de l'Équateur, pays du Nord-Ouest de l'Amérique du Sud, est traversée par le parallèle du même nom. Les frontières actuelles du pays le séparent de la République de Colombie au Nord et de la République du Pérou au Sud, auquel l'Équateur a, par le passé, momentanément appartenu. Ces trois pays, parmi d'autres, sont traversés par une même formation géologique, la célèbre chaîne de montagne de la Cordillère des Andes. Il faut ajouter au pays-continent, les îles Galapagos dans l'Océan Pacifique.

Le pays se divise en vingt-quatre provinces rassemblées en quatre zones géographiques majeures représentées sur l'illustration 21 :

- les îles Galapagos
- la partie côtière
- la partie de la Cordillère des Andes
- la partie amazonienne.

Les trois dernières zones s'étendent sur un territoire de 256 370 km². C'est dans la partie de la côte pacifique et dans les Andes que réside la majorité de la population (95%⁽¹⁾).

Ces trois régions ont des caractéristiques géologiques très différentes. Pourtant malgré ces différences, c'est l'ensemble du pays qui est régulièrement touché par des catastrophes naturelles. Ces événements surviennent à cause de plusieurs facteurs géologiques et environnementaux qui sont définis dans les parties précédentes de ce travail. Ce sont la côte et les Andes qui constatent le plus d'événements catastrophiques et de dégâts, notamment à cause de la densité de population élevée dans ces zones géographiques. Elles comptent les deux villes principales, la capitale politique Quito et l'économique Guayaquil. La ceinture de feu du pacifique et sa trentaine de volcans du pays, dans la cordillère des Andes, toujours en activité sont provocateurs de nombreux de ces événements. Parmi ceux-ci on peut rappeler le séisme d'avril 2016 (7,8 sur l'échelle de Richter) qui a secoué une grande partie du pays plus ou moins fortement. Les dégâts à la côte au Nord du pays ont été ravageurs mais les secousses ont été ressenties fortement dans la capitale aussi. Les dommages y ont cependant été modérés.



Illustration 21 – Zones géologiques de l'Équateur

⁽¹⁾ Calculé à partir des données officielles de l'Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2011)

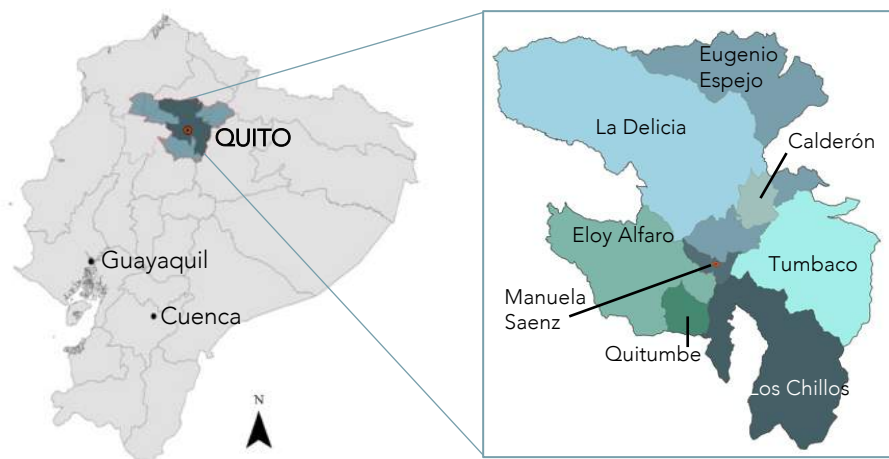


Illustration 22 – Zones Administratives de la province de Pichincha dans le DMQ

Le système des frontières administratives est relativement complexe en Équateur. D'autant plus que certaines fragmentations ne sont pas reconnues légalement dans la constitution mais sont pourtant représentées et utilisées par les administrations. Le pays se subdivise donc en plusieurs niveaux politiques. Les vingt-quatre provinces sont chacune divisées en cantons (Il.22), eux-mêmes divisés en paroisses. Celles-ci sont généralement décomposées en quartiers. Chaque niveau politique a son représentant.

Quito, se situe dans la province de Pichincha, au Nord des Andes du pays, qui se découpe en neuf cantons. Celui de la capitale, le *Distrito Metropolitano de Quito* (DMQ) est le plus grand et le plus peuplé de la province. Il est divisé en huit zones administratives mais cette division est purement géographique et juridictionnelle. La division politique des cantons est donc le découpage en paroisses (Il.23). Le DMQ en compte soixante-cinq, trente-trois sont classifiées de rurales et trente-deux urbaines. Cependant, ces localités *rurales* et *urbaines* n'ont pas obligatoirement une classification du sol du même nom. Sur les illustrations 23 et 24, on voit cette absence de concordance entre les classes des paroisses et l'occupation des sols.

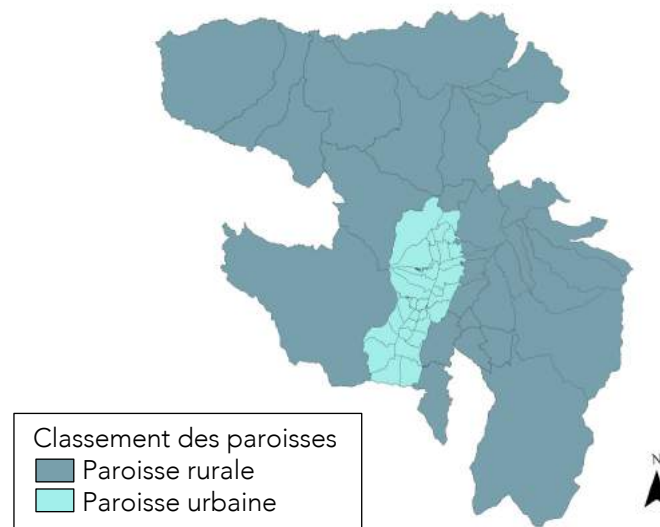


Illustration 23 – Paroisses rurale et urbaines du DMQ

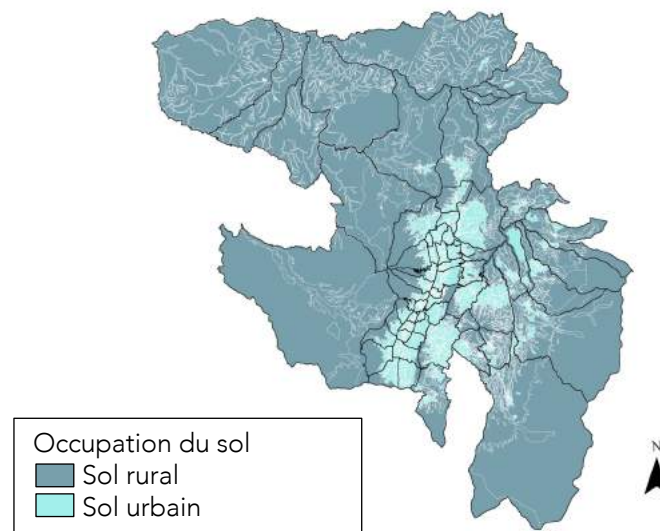
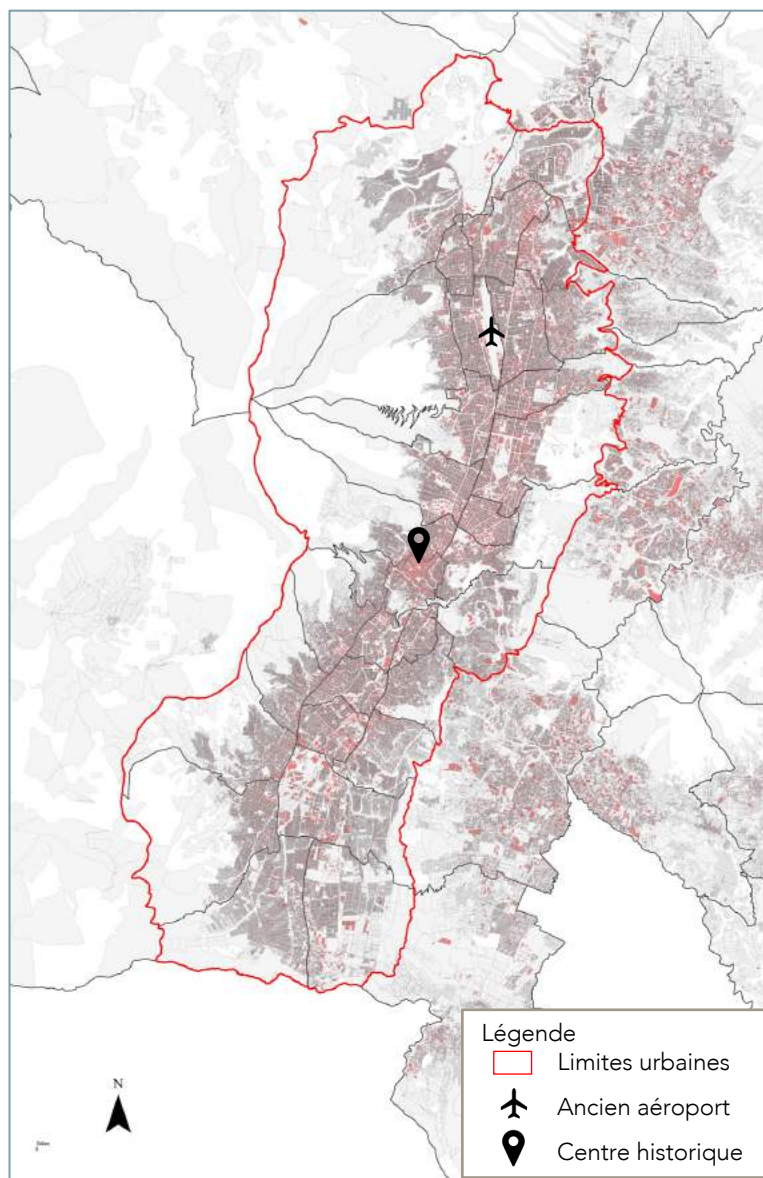


Illustration 24 – Occupation des sols rurale et urbaines du DMQ



Carte 1 – Ville de Quito

Enfin, la Ville de Quito est constituée de l'ensemble des paroisses urbaines. De nos jours, la ville s'étend de plus en plus en dehors des limites urbaines. On voit cette extension très clairement sur les représentations de l'étalement urbain dans le temps (Carte 3, page 58). D'ailleurs les limites urbaines suivent le relief (Il.25), on voit que ce n'est actuellement plus une limite à l'extension de la ville et que le relief est franchissable vers l'est de la cité, où le dénivelé est plus faible. Le modèle 3D ci-dessous représente nettement le paysage montagneux et la dépression dans laquelle s'édifie la ville et son extension.

Une dernière subdivision de ces entités paroissiales sont les quartiers. C'est à cette échelle que les problèmes des glissements de terrains et de relocalisations sont étudiés. Dans ce travail, ce sont les quartiers de La Pulida, Ana María Bajo et El Pedregal qui seront sondés et analysés. Ils sont représentées en rouge sur la Carte 13 page 79. Il faut savoir que dans les quartiers de grande taille, c'est le cas de La Pulida, des sous-zones peuvent être décrétées pour faciliter la gestion de l'ensemble du quartier.

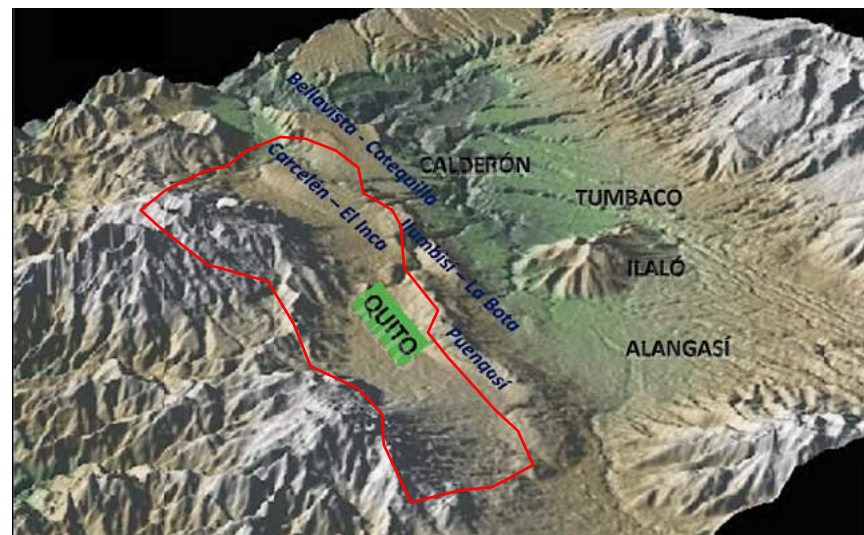


Illustration 25 – Modèle 3D du relief de Quito (Source: Informe Tecnico de Zonifacacion DMQ (2015), provient de Alvarado, 2012)

Démographie

Quito fait donc partie de la région centrale, à savoir les Andes qui accueillent 45%⁽²⁾ de la population du pays. Cette région volcanique accueille la ville à 2850m d'altitude, ce qui lui donne le statut de la capitale la plus haute du monde. Elle s'implante dans le Sud du district sur une superficie de 4235,2 km² et s'étend sur près de 50 km de long au pied du volcan Pichincha. Elle est la partie la plus peuplée du canton avec 2 644 145 habitants recensés en 2017⁽¹⁾.

Tandis que la population en Équateur ne cesse d'augmenter, les centres des villes se dépeuplent et leurs habitants se déplacent hors des limites urbaines. À Quito, les zones périphériques sont montagneuses et présentent des dénivelés importants. Le centre de la capitale campe parfois plus de 700m plus bas que les hauteurs des quartiers périurbains. De plus, les pentes sont extrêmement fortes dans ces zones excentrées et sont en moyenne de 10 à 15% et parfois plus.

Climat

De par sa localisation sur la ligne de l'équateur, le climat à Quito est constant tout au long de l'année. Il y règne une atmosphère humide et tempérée avec tout de même des variations de quantité de précipitations. En effet, on parle de saison des pluies pendant la période mars-avril et le mois le plus sec est celui de juillet. Les températures ne varient que très peu avec une différence de moins de 1°C.⁽²⁾ La quantité moyenne d'eau tombée par an est de 1273 mm dans la ville. (Il.26) Ces pluies sont de plus en plus intenses chaque année, probablement à cause du changement climatique. Elles engendrent différents problèmes dans la capitale. Sur les flancs de montagnes c'est l'érosion et les glissements de terrain qui apparaissent les plus problématiques. Dans le centre ville, ce sont les inondations qui commencent à causer des dégâts. En avril 2017, des pluies extrêmes se sont abattues sur la capitale de l'Équateur ce qui a occasionné des inondations dans les rues et dans les édifices, des arbres effondrés sur les routes et certaines constructions et maisons ont succombé à des mouvements de terre dans certains quartiers en hauteur.

(1) Données officielles de l'INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos)

(2) Graphique tiré de Climate-Data.org : <https://es.climate-data.org/location/1012/>

Il est à noter que ces habitations détruites par des glissements de terrains étaient déjà situées en zones à risques. La municipalité a relogé plusieurs familles pour prévenir des dégâts importants.⁽³⁾

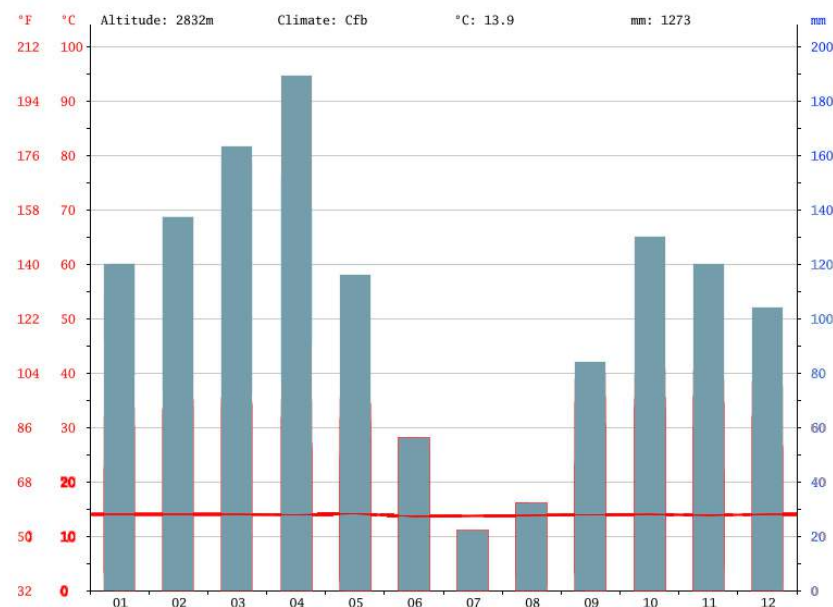


Illustration 26 – Températures et précipitations moyennes annuelles (Source : Climate-Data.org⁽²⁾)

La saison d'hiver (juillet et août) est supposée sèche mais en réalité, dans les Andes, les pluies sont présentes toute l'année. Il n'y a donc pas d'aridité dans ce coin du pays ce qui permet aux sols de ne jamais s'assécher. Ceci est un avantage pour l'agriculture et la végétation foisonnante sur le relief. Cependant, les terres sont toujours gorgées d'eau et lorsque les pluies d'une année sont abondantes, les sols sont plus rapidement saturés en eau et les mouvements de masse de terres se manifestent plus souvent et brutalement. Enfin, les constructions se multiplient, les terrains sont imperméabilisés et toute l'eau s'infiltre alors aux mêmes endroits ce qui sature davantage les sols.

(3) Information tirée de divers journaux locaux

Évolutions et développement urbain

Évolution démographique

C'est environ au 5^{ème} siècle ACN que les toutes premières communautés s'établissent dans la capitale actuelle de l'Équateur. Ensuite ce sont les Incas puis les Espagnols qui la conquièrent et s'installent dans cette région andine. (FLACSO, 2011)

Mais les premiers recensements démographiques n'apparaissent en Équateur qu'en 1950 et les chiffres pour le pays présentent à cette époque 22,1% de la population actuelle. De manière générale, on voit que la population du pays est en constante hausse tout comme celle de la capitale. Cette évolution croît chaque année et les statistiques prévoient une augmentation du nombre d'habitants dans le DMQ en 2030 de 37% par rapport à 2010 soit une population de 3 223 512 habitants à cette date dans le canton.

La densification de la ville s'est faite de manière très rapide lors des soixante dernières années. Cette évolution démographique a donné le caractère informel de certains quartiers de la ville par manque d'organisation. Bien que la planification urbaine de Quito et des villes du pays en général soit constamment en développement sur papier, l'application de ces plans et normes ne voient pas toujours le jour.

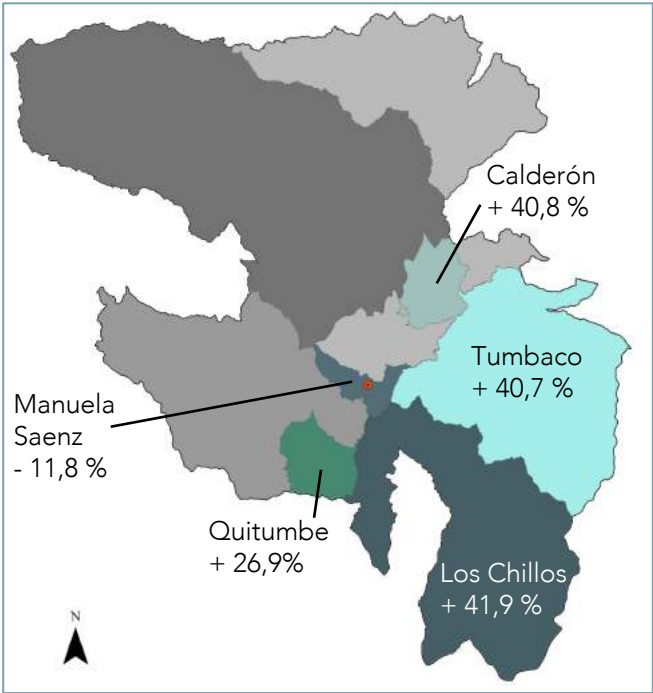
Actuellement, 72% des habitants du DMQ vivent dans le centre de la capitale tandis que 22% vivent en périphérie et 6% vivent hors de la ville.⁽¹⁾

	Population 2001 (Nb habitants)	Population 2010 (Nb habitants)	Augmentation de la population (%)
Ville de Quito	1 411 595	1 619 146	12,8
Périphérie	321 045	490 336	34,5
Arrière-pays	109 561	129 709	15,5
DMQ	1 842 201	2 239 191	17,7

Tableau 11 – Evolution de la population entre 2001 et 2010 à Quito et périphérie

Cependant, depuis quelques années, on voit une tendance des habitants de la ville à migrer vers des régions périphériques. (PMDOT)

Au début des années 2010, le centre du district, la zone administrative Manuela Saenz a vu sa population diminuer de 11,79%. Le centre urbain perd son caractère résidentiel au profit d'entreprises et de centres commerciaux. D'autre part, les zones qui ont une population en forte croissance sont contigües à la ville et accueillent les habitants de l'ensemble du district. On observe sur la Carte 2 que les chiffres de cette migration sont élevés. La raison principale est l'évolution des programmes de développement urbain qui proposent des projets résidentiels et des nouvelles infrastructures de qualité avec tous les services nécessaires à une ville. (Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad (SSG), 2015)



Carte 2 – Migration de population des zones administratives

(1) Chiffres de INEC 2010



Illustration 27 – Le « nouveau centre » soit le centre économique de Quito (Source : YouTube)



Illustration 28 – Le « vieux centre » soit le centre historique de Quito

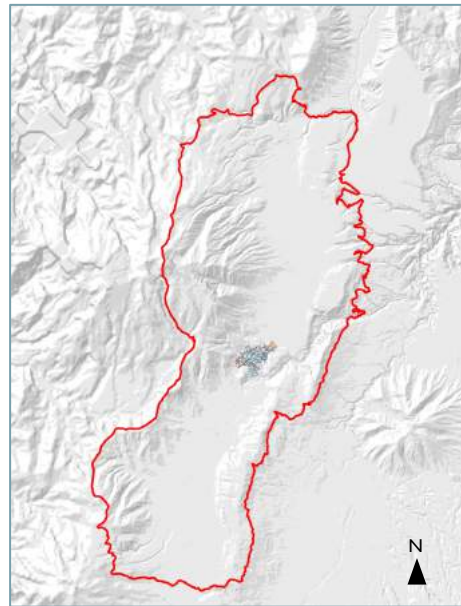
Développement de la structure urbaine

Il est dit que la ville a été fondée par Sebastián de Benalcázar le 6 décembre 1534 et elle alors nommée *San Francisco de Quito*. (12bis) Le centre historique de Quito est la première installation humaine recensée dans la capitale et les premières cartes des années 1760 nous le prouvent. Bien que les premières traces de vie humaine dans le district métropolitain datent d'avant cette période, c'est à cette époque que le centre de la capitale se consolide. À partir de cet instant, la ville accueille de plus en plus d'habitants et les constructions au pied du volcan Pichincha sont de plus en plus nombreuses. (FLACSO, 2011) On voit ce premier établissement d'édifices sur la Carte 3.A. L'expansion de la capitale se fait selon un axe longitudinal Nord-Sud en suivant le relief relativement plat comme on le voit clairement sur la Carte 3.B. La ville voit sa superficie doubler entre la première et la deuxième moitié du XX^{ème} siècle. Jusque dans les années 1990, ce développement urbain se propage toujours dans la partie plane de la ville jusqu'aux limites urbaines. (Carte 3.C) Il ne faut pas attendre les années 2000 pour qu'elle s'étende au-delà des frontières et sur les versants des montagnes ainsi que dans la vallée qui la borde. (Carte 3.D)

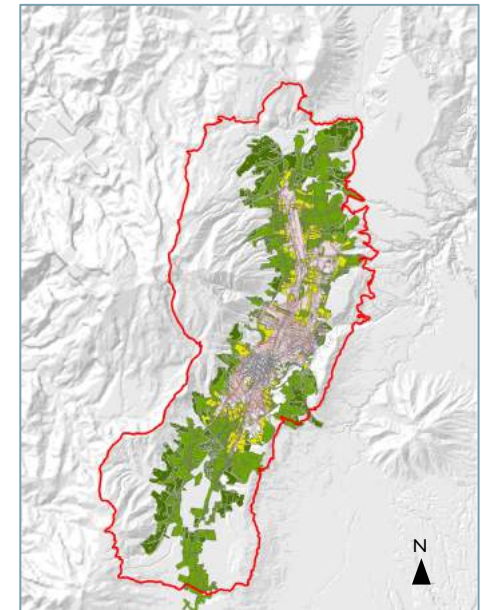
Evidemment selon l'époque de construction, les quartiers ont des organisations diverses mais la majorité s'est construite sur un schéma viaire orthogonal. C'est alors plutôt l'architecture et la disposition des espaces publics qui fait la différences des quartiers en plus de leurs activités. On voit alors se dessiner deux centres principaux :

- Le nouveau centre avec presque seulement des buildings de plusieurs étages. Dans cette partie de la ville se concentrent les entreprises, centres commerciaux et commerces de grands noms, il est nommé le centre économique. Ses voies de circulations sont larges, parfois de plusieurs bandes et les parcs sont spacieux et nombreux. (Il.27)
- Le centre historique avec son architecture coloniale, ses petits magasins et restaurants aux rez-de-chaussée. Les rues sont étroites avec une bande de passage pour les véhicules motorisés et un trottoir de chaque côté où le passage n'est pas toujours aisé même pour une seule personne. (Il.28)

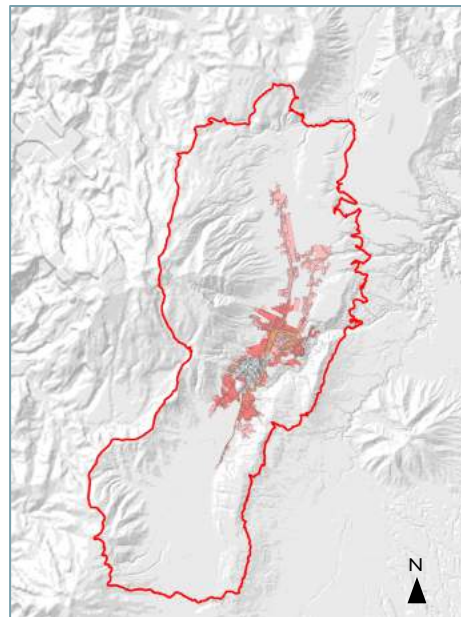
A. Croissance de Quito de
1760-1888



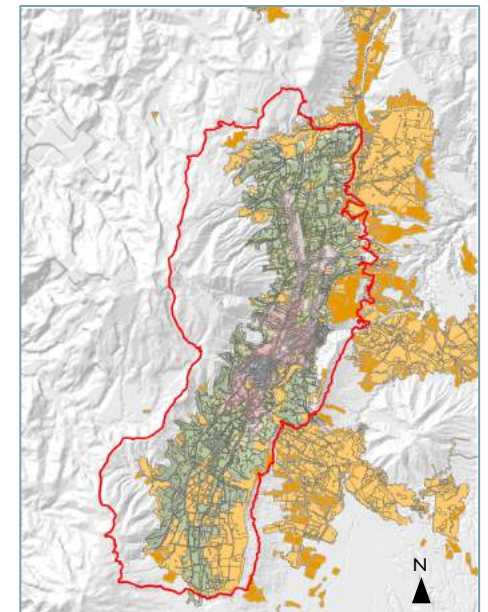
C. Croissance de Quito de
1971-1987



B. Croissance de Quito de
1921-1956



D. Croissance de Quito de
2003-2015



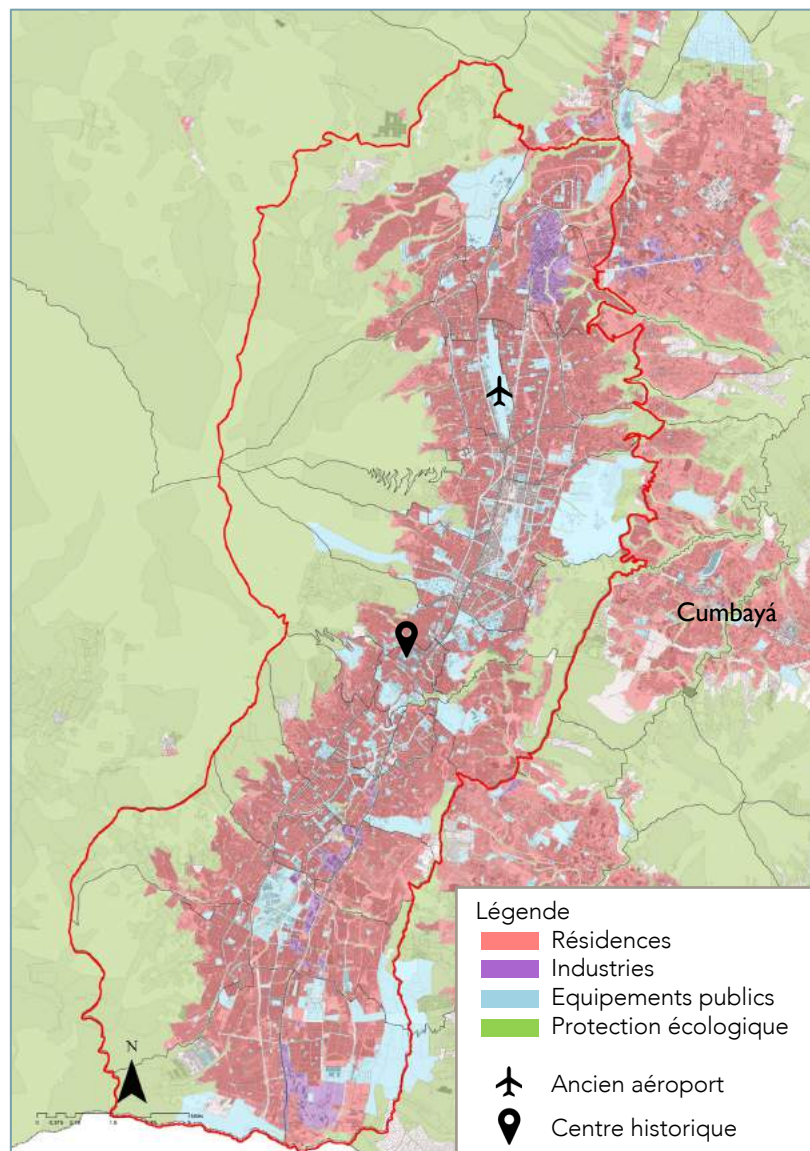
Carte 3 – Extension de la capitale au cours du temps

Comme cela a été évoqué ci-avant, la planification urbaine de Quito est un des enjeux politiques principaux de la municipalité. Cette planification n'existe que depuis une quinzaine d'années. La ville telle que nous la connaissons aujourd'hui a donc une configuration peu ordonnée et les différentes fonctions et infrastructures publiques de la ville sont concentrées dans la partie plane, tandis que les zones périphériques et isolées n'ont pas ou peu d'accès à certains équipements publics de base tels que les centres de santé (FLACSO, 2011). La ville s'est construite petit à petit et quartier par quartier et non comme un ensemble.

Cette ségrégation est flagrante et la municipalité propose donc un projet de développement pour ces zones moins ordonnées. Dans certains quartiers, l'accès à l'eau courante, à l'électricité, à la collecte d'ordures et aux égouts est inexistant et fait partie du plan de développement de Quito. Les deux objectifs majeurs de la municipalité sont de légaliser les terrains et les constructions informelles des zones périphériques de Quito et de récupérer des zones de la ville en friche pour développer les espaces verts (surface de l'ancien aéroport), les infrastructures de mobilité publique (le métro) tout en sécurisant et assainissant la ville et ses équipements : égouttage, tri et récolte des déchets (FLACSO, 2011).

La ville très dense est presque uniquement à fonction résidentielle. Pourtant la tendance est de quitter le centre pour aller vivre en périphérie ou dans les nouveaux centres urbains comme Cumbayá.

Les équipements publics, dont les parcs, sont implantés principalement dans la vallée urbaine. Les industries se groupent pour former des zonings de plusieurs dizaines d'hectares. Un grand zoning de plus de 200 hectares est construit dans le Nord de la ville et un autre au Sud. Entre ces deux extrémités, tout au long de la ville, des zonings de plus petite taille s'étendent, principalement le long des artères principales. Des industries locales de petite taille se présentent partout dans la ville ainsi dans les quartiers précaires de petit gabarit.



Carte 4 – Occupations du sol

Mobilité

La position centrale dans le pays et le développement économique de Quito créent beaucoup de déplacements dans et vers la ville depuis la conquête des Incas. (Il.29)

Les connexions internes au pays se sont initialement développées pour les transports commerciaux. Il existe deux axes principaux dont Quito est le croisement. Sur l'axe Ouest-Est, on rejoint la côte pacifique à l'ouest pour le commerce maritime (pêche) et l'orient pour le commerce de pétrole en Amazonie. L'axe Nord-Sud traverse le pays par la région andine. Les routes ferroviaires arrivent à l'époque républicaine, au XIX^{ème} siècle, pour connecter le centre économique du pays, Guayaquil à la capitale. Cette dernière est également traversée par des routes internationales dont la panaméricaine qui traverse tout le continent américain, de l'Alaska à la Patagonie, et la route longeant le fleuve Napo qui joint les deux côtes océaniques (FLACSO, 2011).

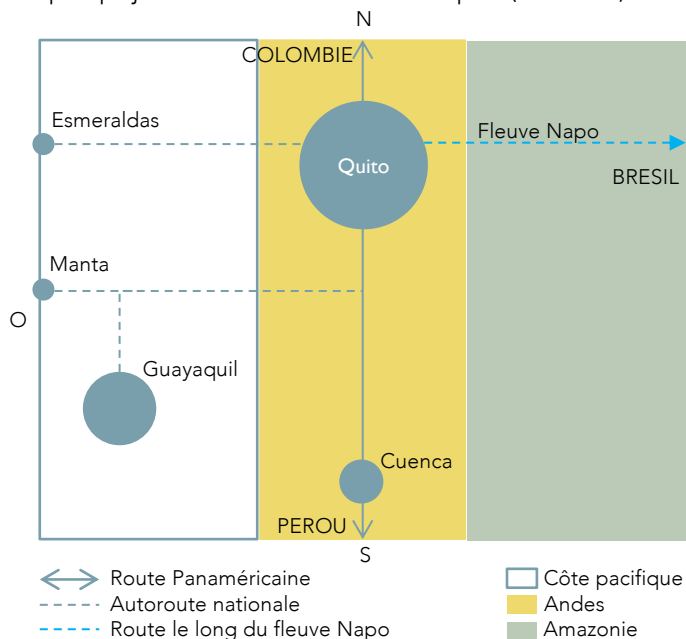


Illustration 29 – Routes principales et connexions de l'Equateur

Vu le relief et l'altitude de la ville, se déplacer demande une certaine quantité d'énergie. Dès lors, les véhicules sont la première source de pollution de la ville vu la concentration en CO₂ qu'ils dégagent par la combustion du carburant (FLACSO, 2011).

Les déplacements en véhicules motorisés sont très importants, surtout aux heures de pointe, sur les axes principaux de la capitale. De plus, le code de la route n'est pas toujours respecté et les véhicules congestionnent la ville pendant ces heures ce qui accroît la pollution environnementale et acoustique. Assurément, ce trafic augmente avec la croissance de population, l'étalement de la cité et la diminution du chômage donc l'augmentation du nombre de personnes se déplaçant pour aller travailler. Enfin, cette hausse d'embouteillages est aussi causée par l'impossibilité de créer de nouvelles routes pour traverser la ville faute d'espace disponible. L'unique extension de voies de circulation peut se faire vers l'extérieur de la ville.

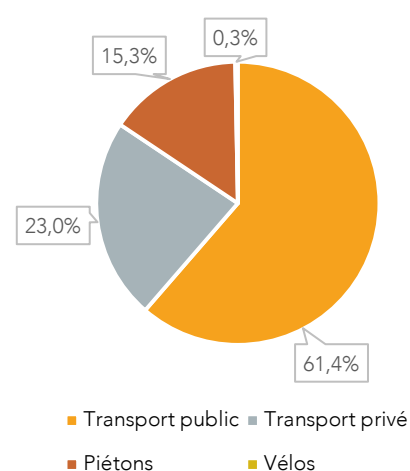


Illustration 30 – Répartition des modes de transport utilisés en 2014⁽¹⁾

Cependant c'est le transport public qui est le plus utilisé car il dessert une grande partie de la ville pour un faible coût, suivi du transport privé qui tient compte des taxis. Les déplacements piétons sont fréquents malgré le relief et les longues distances dans la ville. Dans les quartiers périphériques, c'est le mode de transport le plus utilisé par manque d'offre de transports en commun et par l'incapacité d'acquiescer un véhicule personnel. Enfin, le vélo est très peu utilisé pour diverses raisons. La ville propose alors un plan de développement de la mobilité douce. (Il.30)

(1) source : Diagnóstico Estratégico - Eje Movilidad 2015)

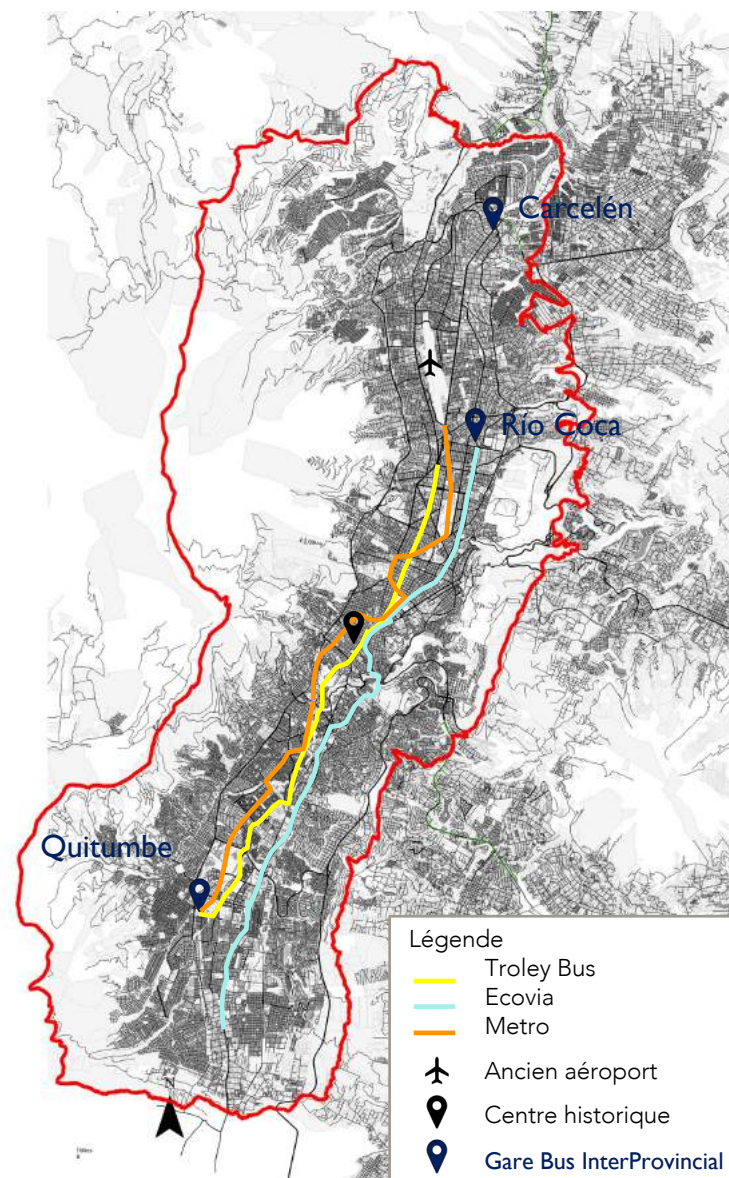
En 2002, la municipalité présente un plan de mobilité pour la période de 2009-2025 qui propose, pour un budget de presque 4,3 millions de dollars américains (~3,5 millions d'euros), la construction et la mise en marche d'infrastructures de mobilité.

Du côté du transport public, il existe trois modes de transport public principaux : le bus, le trolleybus et le tram (Ecovia). Ces deux derniers traversent la ville du Nord au Sud dans leurs propres couloirs viaires. (Carte 5) Ces transports sont en réalité des autobus. Un troisième transport fera son apparition dans quelques années, le métro dont les stations sont actuellement en construction dans l'ensemble de la métropole. Ceci vient compléter l'offre de transport en commun qui est saturé aux heures de pointe. Le bus est le moyen de transport qui couvre le plus de territoire avec 61% de l'offre des transports publics.⁽⁴⁾

Cependant, les transports en commun sont moins utilisés au cours du temps. Selon les chiffres de la EMMOP, les déplacements en transport privé ont doublé entre 1998 et 2010. L'utilisation de la voiture ne fait qu'augmenter, de même que les distances parcourues par jour. (FLACSO, 2011)

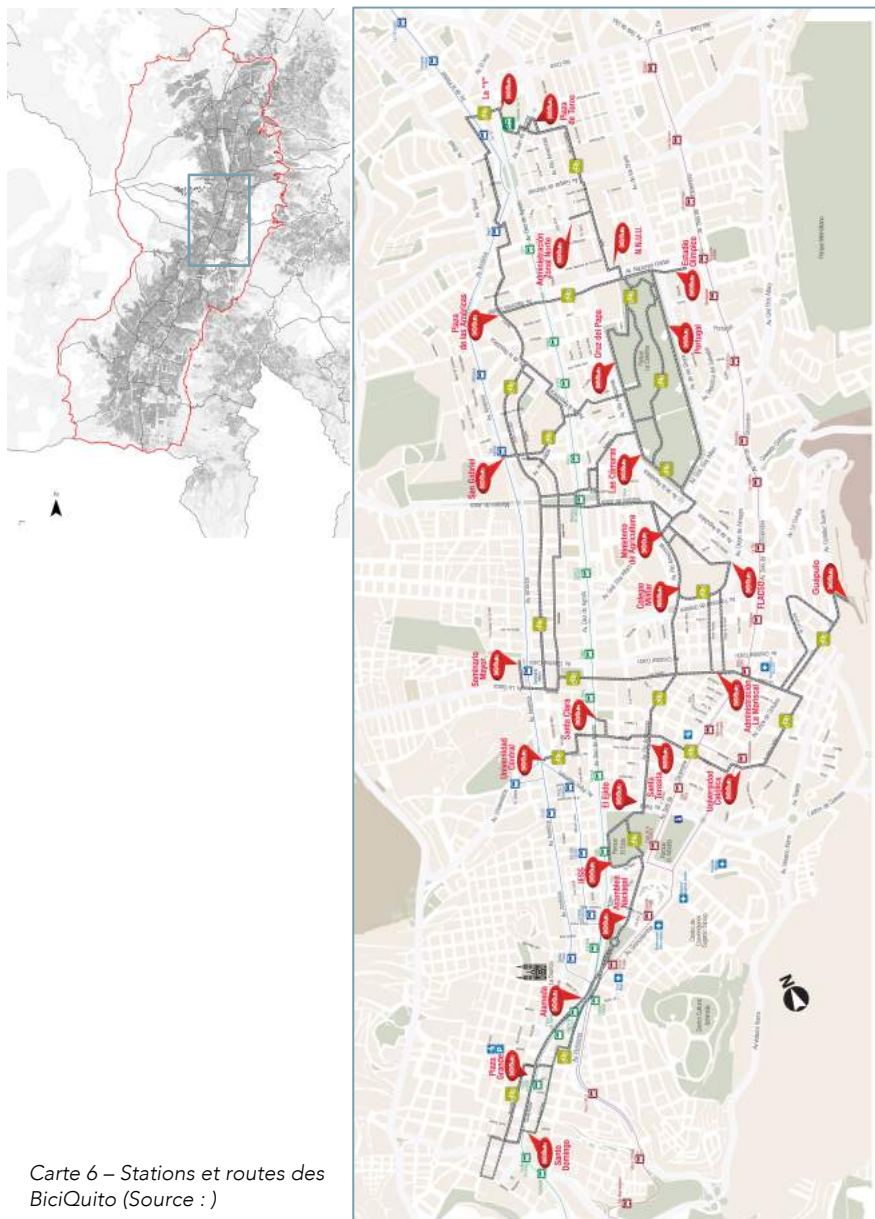


Illustration 31 – TrolleyBus de Quito



Carte 5 – Schéma de circulation des transports en commun

(4) Chiffres du Diagnostic de Mobilité du DMQ (2014)



Carte 6 – Stations et routes des BiciQuito (Source :)

Pour promouvoir la mobilité douce, depuis quelques années, des pistes cyclables sont dessinées dans la ville et principalement sur les axes principaux. Malgré le relief, le vélo est relativement utilisé dans le centre. Cependant, la mobilité douce n'est pas un moyen de transport sécuritaire, les véhicules motorisés sont fort présents et ne donnent priorité ni aux piétons ni aux vélos. De plus, le code de la route n'est pas toujours respecté ce qui cause encore plus de problèmes routiers et d'accidents.

Dans ce plan de mobilité actuel, la sécurité piétonne et cycliste est un des objectifs et ceci commence par l'éducation. Un plan de pistes cyclables (Carte 6) est proposé pour relier les points attractifs de la ville dont les parcs, avenues, universités et écoles et les centres commerciaux emblématiques de la ville. Pour un total de 216km de pistes cyclables d'ici 2019, ce projet s'est rapidement mis en œuvre depuis 2017 car son coût et ses travaux sont moindres.(EPMMOP) Depuis quelques années, la ville a mis en place un système de location de vélos à court terme comme le Villo à Bruxelles, nommé *BiciQuito* (II.32). Ce système ne fonctionne que le jour et l'avantage supplémentaire est qu'il crée de l'emploi pour tenir les bornes de vélos.

Ces programmes aspirent à amener les habitants à se diriger vers ce type de mobilité pour le développement durable de la ville, leur santé, la décongestion automobile de la ville et la diminution de la pollution.



Illustration 32 – BiciQuito

Géologie et topographie de Quito

Topographie de la ville

Au début du XIX^{ème} siècle, le scientifique Humbolt dénomine les volcans constituant la partie andine du pays de l'*Avenue des volcans* qui est une succession d'environ 80 volcans dans le pays. Le volcan *Cotopaxi* à environ 70 km au Sud de la capitale est le volcan actif le plus haut du monde culminant à 5897 m. (FLACSO, 2011). Sur les 80 volcans du pays, 7 sont en activité ce qui cause notamment les tremblements et mouvements de terre réguliers dans l'ensemble de la région andine. Ces événements peuvent avoir un impact minime sauf lorsqu'un sol est lésionné et fissuré. Alors il peut être déclencheur d'une catastrophe.

Le relief est donc un élément géologique très important dans la capitale équatorienne. Il n'y a pas de quartier plat, chaque recoin de la ville observe une pente, même légère. Les pentes dans la vallée sont faibles excepté dans le centre historique avec le *Panecillo*, colline qui surplombe la ville. Mais les flancs de montagnes sont rapidement atteint, l'ensemble des quartiers aux bords des limites urbaines ont une déclivité beaucoup plus forte. La largeur de la partie la plus plane varie de 1 à 5 km.

Quito se situe au pied du volcan *Pichincha Guagua* dont la dernière éruption date de la fin de l'année 1999. L'autre côté de la ville est entouré par une barrière de montagnes dont le volcan *Ilaló* inactif depuis de nombreuses années maintenant. Le confinement de la ville entre ces espaces montagneux l'oblige à s'étendre d'une unique manière, en longueur. Les possibilités pour la construction sont restreintes par ce relief qui augmente l'exposition des éléments de la ville aux risques de glissements de terrain et de tremblements de terre par l'activité sismique du volcan occidental.

De plus, sur les reliefs, on voit un grand nombre de gorges présentes sur tous les flancs de montagnes. C'est notamment dans ces milieux naturels, parfois très profonds avec des pans très abruptes que les risques des mouvements de terres sont les plus fréquents et les plus dangereux. La ville de Quito compte 180 ravins de ce types dont 147 sont colonisés par des habitations. (El Comercio, avril 2017)

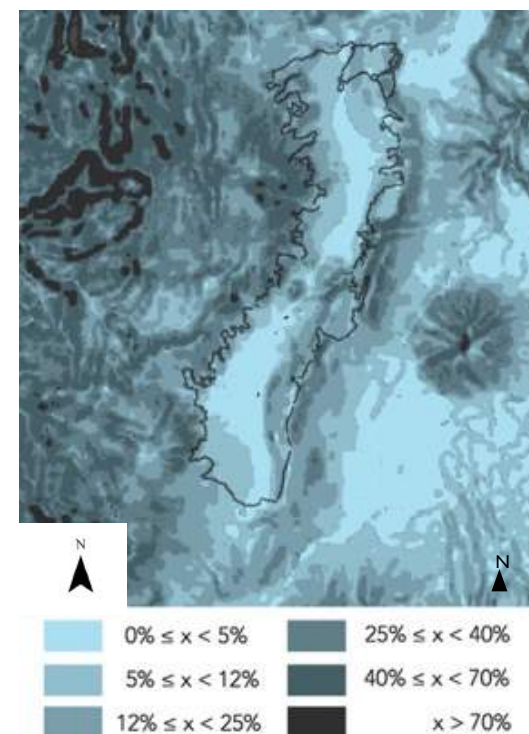


Illustration 33 – Carte des pente (Source : Gifex.com)

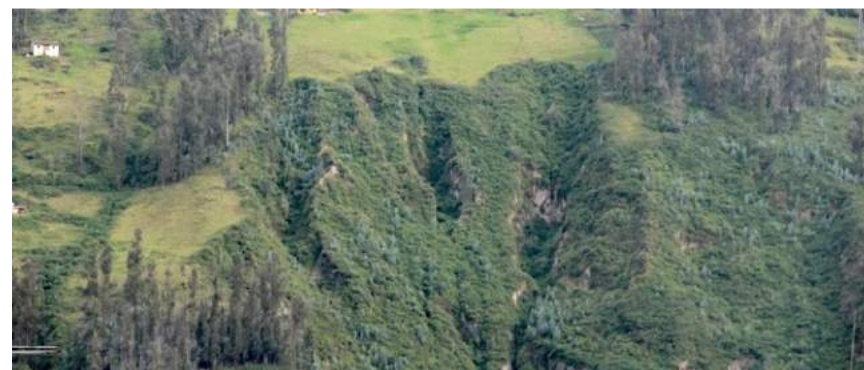









Illustration 34 – Exemple de gorge (Source personnelle)

Cordillère des Andes

Cette chaîne de montagnes et volcans est la plus longue du monde. Elle traverse le continent du Nord au Sud en passant par sept pays dont l'Équateur. Elle est née de la naissance de deux processus naturels, la tectonique des plaques et la climatologie qui crée au cours du temps ces montagnes et vallées (SSG, 2015). En Équateur, la cordillère des Andes se divise en sept parties avec chacune des caractéristiques physiques distinctes citées ci-dessous d'Ouest en Est :

-  Zone côtière
-  La cordillère occidentale
-  La vallée *interandina*
-  La cordillère *real*
-  Zone *subandina*
-  *Cuenca oriental*
-  Bloc Amotape-Tahuin et la *Cuenca Alamor-Lancones*

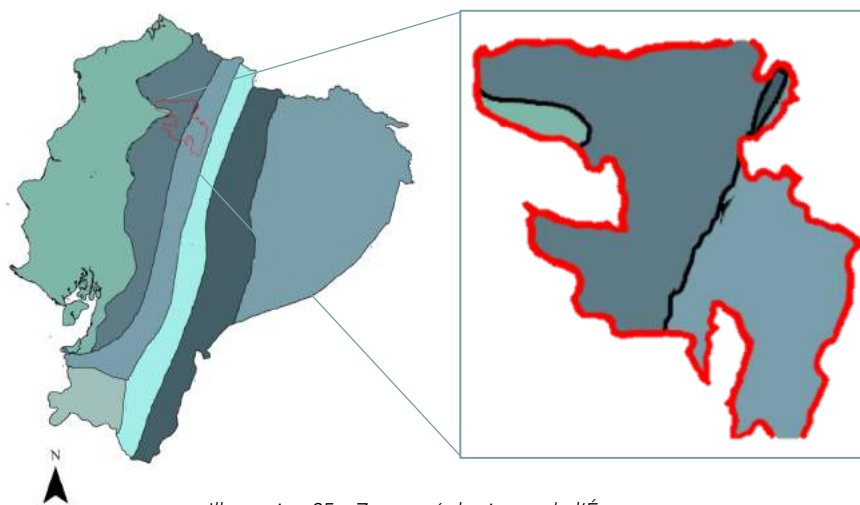


Illustration 35 – Zones géologiques de l'Équateur

Géologie de la ville

Les deux cordillères et la vallée interandine sont les zones qui traversent le DMQ. Les deux cordillères sont principalement formées par des terrains volcaniques et métasédimentaires de différentes époques. En surface, on retrouve des roches magmatiques récentes. La vallée interandine, est une dépression entre ces deux cordillères de 20 à 30km de largeur. Elle est composée des roches des cordillères qui l'entourent, c'est pour cela que la composition de son sol est complexe. C'est dans cette vallée que la Ville de Quito s'est installée (SSG, 2015).

La plupart du temps c'est une couche de *cangahua* (Il.36) qui recouvre le sol de la vallée quiteña. Cette couche particulière à la région est un dépôt de cendres volcaniques ancien qui, avec le temps, s'est compacté. C'est une couche superficielle de roche dure sur laquelle la majorité de la ville est construite. Bien qu'elle ait une résistance mécanique importante, sa granulométrie très fine la rend vulnérable à la solifluxion en cas de grande quantité d'eau dans le sol. C'est ce qui peut notamment entraîner l'érosion de cete roche et des coulées de cendres qui sont des dangers directs sur les habitations de Quito (Ordoñez, 2018). D'autre part, dans certains endroits, cette couche de *cangahua* est recouverte de roches pyroclastiques ou d'argile (Custode. E et al, 1992).



Illustration 36 – Roche de *cangahua* (Source : <http://fincaatuntaqui.blogspot.com/2014/04/>)

La Carte 7 ci-contre donne un aperçu des formations géologiques et les dépôts superficiels de la ville. On observe dans la vallée de la ville des dépôts lagunaires tandis que sur les reliefs des formations volcaniques. Les matériaux d'un côté à l'autre de la vallée urbaine sont de nature totalement différente. Ils sont spécifiés de la plus ancienne à la plus récente (Informe Tecnico de Zonifacacion DMQ, 2015).

- Formations *Guayllabamba*, *San Miguel* et *Pisque*

Ce sont des formations très anciennes constituées de laves et autres matériaux pyroclastiques. Les formations de *Guayllabamba* et de *San Miguel* ont aussi des matériaux lacustres et de lahars.

- Formation *Cangahua*

On la retrouve largement dans la ville et même hors de ses frontières. Elle a une allure de dépôts de limon et de sable marron-jaune. Le matériau provient des éjections volcaniques passées. C'est une roche riche en silice mais aussi en verre et minéraux volcaniques. Elle est dure et imperméable, le matériau est relativement stable lorsque la pente n'est pas très forte (<25%) (Serrano, 2000).

- Roche Volcanique *Pichincha*

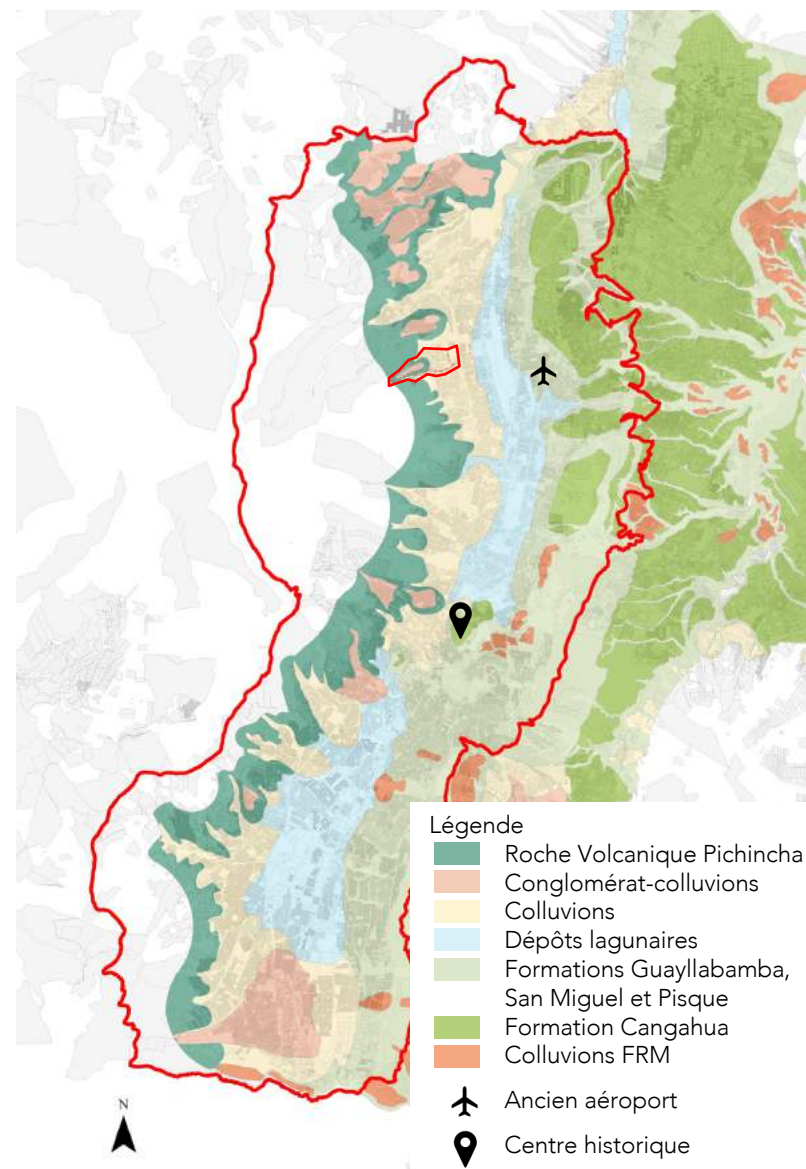
Cette couche est composée de lave, de lapilli et de cendres volcaniques agglomérées. (Informe Tecnico de Zonifacacion DMQ, 2015). C'est un sol dur et imperméable dû à la grande porosité de la cimentation des cendres.

- Conglomérat-colluvions
- Colluvions

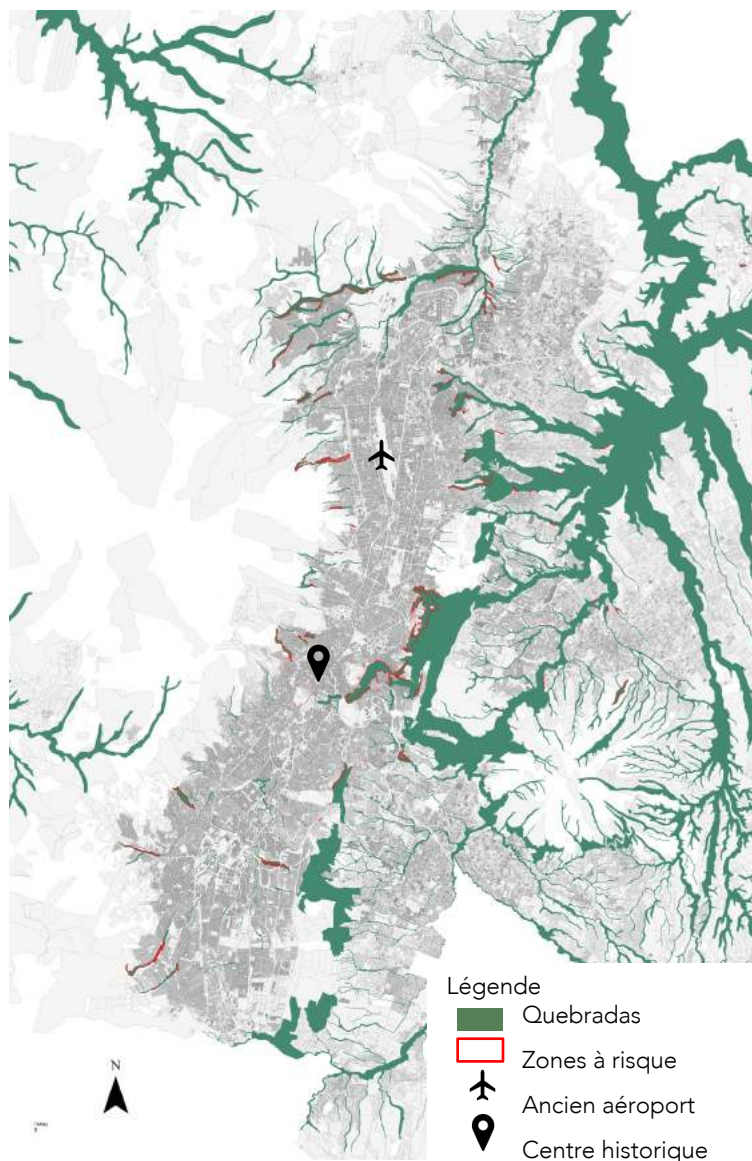
On les trouve à environ 2800m d'altitude jusqu'à 3020m. Les colluvions sont des matériaux résiduels très fins transportés après une érosion. Dans ce contexte, ils sont le produit de l'érosion des roches volcaniques du *Pichincha*. Cette formation est peu consolidée ce qui ne la rend pas résistante et facilement érodable.

- Dépôts lagunaires
- Colluvions FRM (Phénomènes de glissements de terrain)

Le cas d'étude se situe au Nord-Ouest de Quito, sur le flanc Est du volcan *Pichincha*. Les quartiers de la zone sont donc construits sur des matériaux volcaniques durs et imperméables provenant de ce volcan et sur les colluvions associées.



Carte 7 – Géologie de Quito



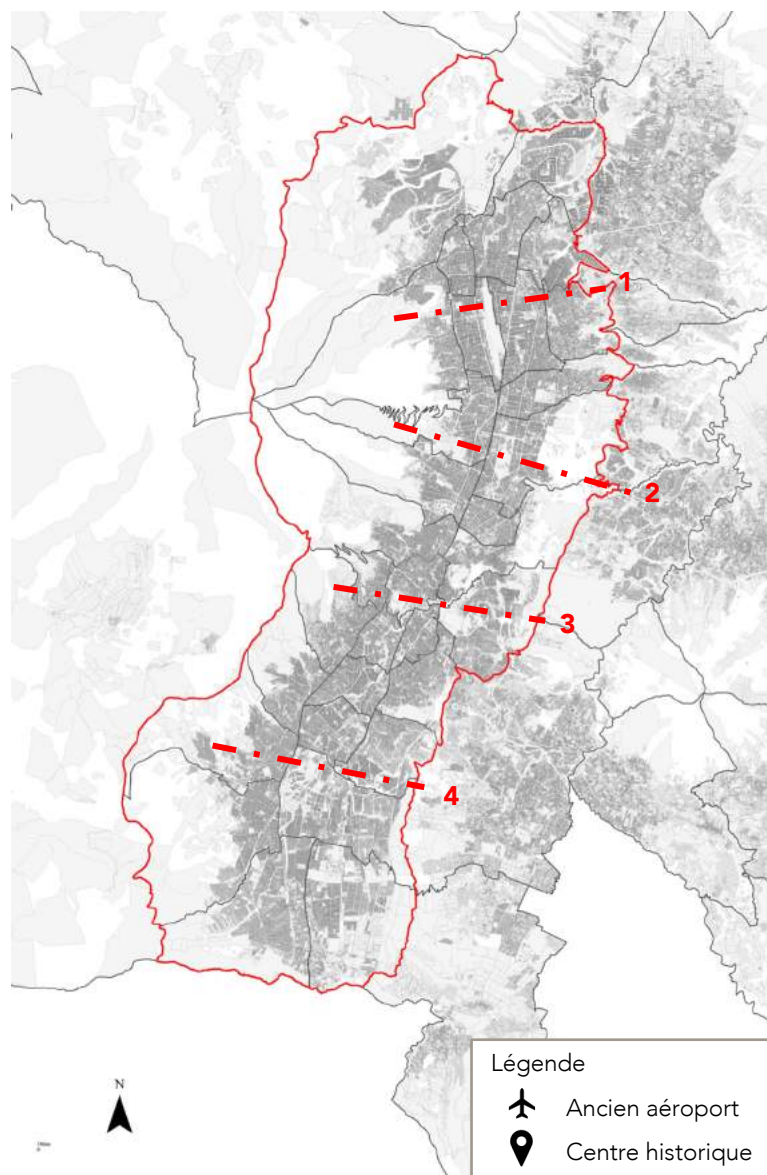
Carte 8 – Répartition des gorges dans la ville de Quito

La carte de gauche illustre les *quebradas* réparties sur le territoire du DMQ. Elles sont nombreuses de manière générale et très larges et étendues à l'Est de la ville. Dans la langue du pays, lorsque la dépression géologique est très large et profonde on parle plutôt de *cuenca*. Le bord de ces ravins, grand ou petit, sont les zones qui sont soumises aux risques de glissements de terrain et le fond, soumis aux mêmes risques en plus des inondations.

Les zones à risque élevé se superposent sur la carte et on constate qu'elles apparaissent presque toujours dans les zones vertes soient les gorges. Logiquement aussi, ces zones rouges se présentent sur les bords des limites urbaines qui, pour rappel, sont des frontières géologiques car le relief est important à ces endroits. Les pentes sont donc bien un facteur de risques des glissements de terrain.



Illustration 37 – Exemple de cuenca de la vallée à l'est de Quito



Carte 9 – Coupes géologiques

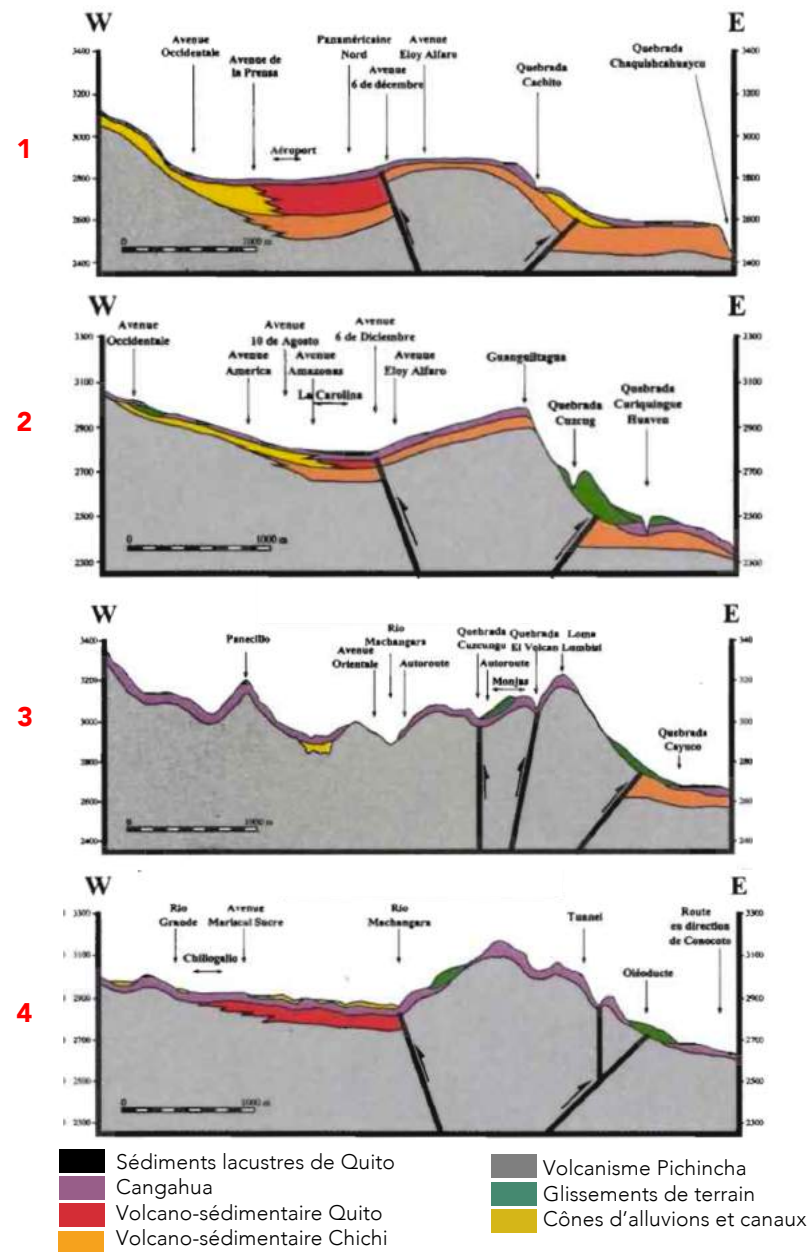


Illustration 38 – Coupes géologique Ville de Quito (Source : Chatelain J-L et al, 1996)

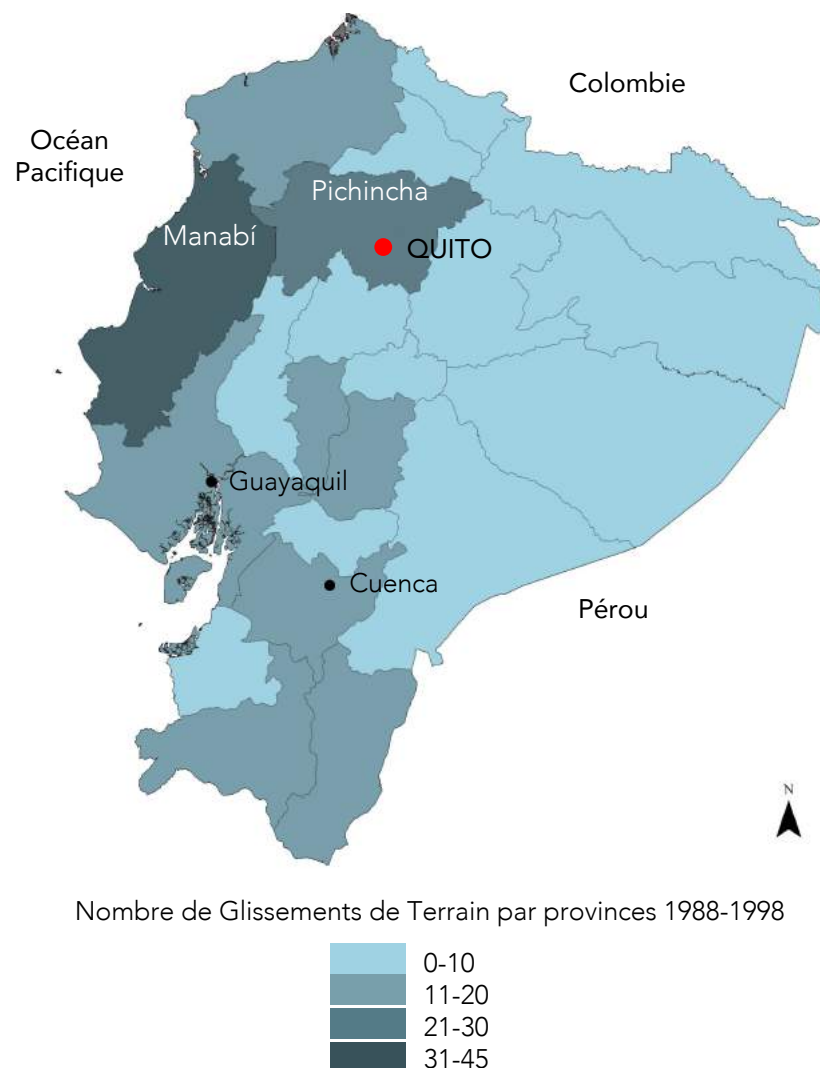
Glissements de terrain précédents et zones à risques

Antécédents

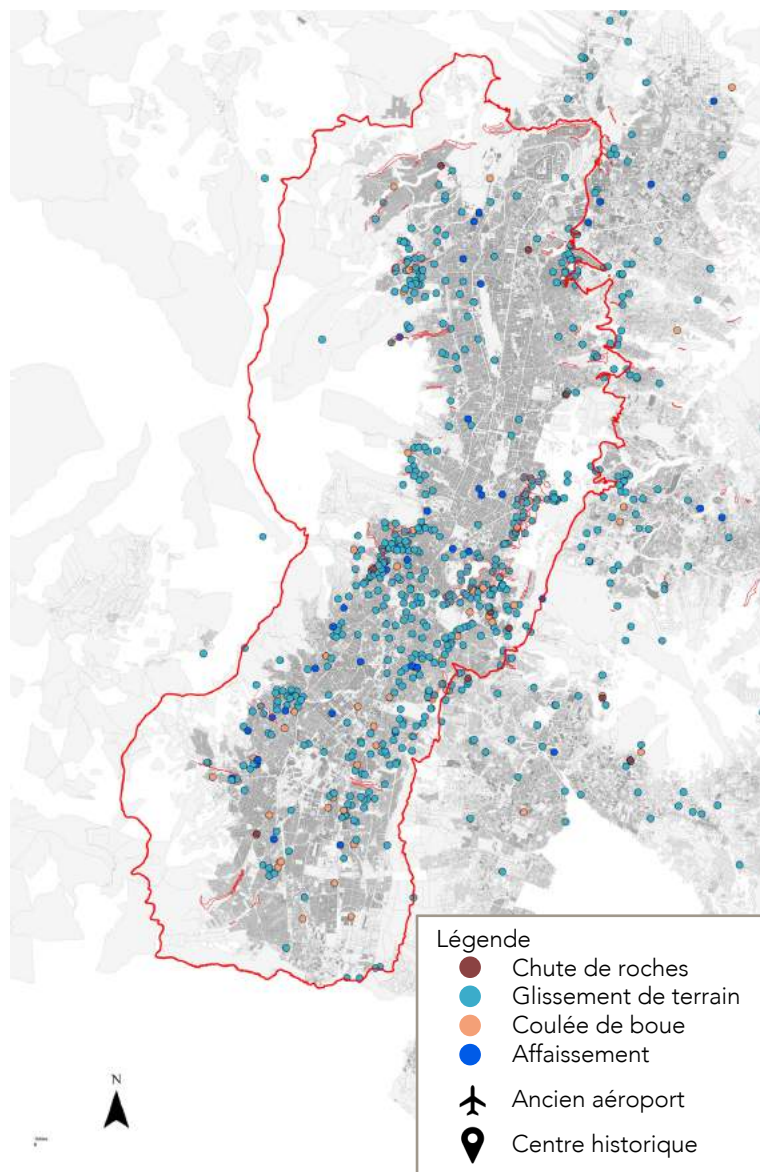
Quito, et l'Équateur en général, est une région connue pour son activité sismique. La **déclivité** des montagnes des Andes et le **climat** avec les fortes pluies qui tombent régulièrement sur la région sont deux éléments qui humidifient les sols et les exposent à des menaces de glissements de terrain. La période des pluies qui dure plusieurs mois, de février à mai environ, sature les nappes phréatiques et les sols ce qui provoque des glissements de terrains fréquents dans l'ensemble du pays.

À Quito, de nombreux glissements de terrain sont apparus dans des parties de la ville à fortes pentes mais un grand nombre d'entre eux n'a pas été recensé. En effet dans les quartiers périphériques, des accidents de faible intensité surviennent régulièrement mais n'ont pas été relatés auprès des instances publiques lorsqu'il n'y avait pas de dégâts matériels. Donc, La carte 10 présentant les événements de ce type n'est pas complète et ne le sera probablement jamais. Certes, la sécurité est le plus important dans la gestion du risque de glissements de terrains. De tels événements sans gravité ne sont pas de prime abord marquants. Cependant, là où se présentent des petits mouvements de terre peuvent apparaître des plus conséquents.

Ce sont les provinces de Manabí, sur la côte et de Pichincha qui sont les plus touchées par ce type de désastre. Parmi ces événements, on peut présenter le célèbre glissement de terres en 1993 dans le secteur de la Josefina dans le sud des Andes. Le glissement des terres s'est étalé sur 920 hectares et 6420 personnes ont été touchées par le désastre dont 35 personnes décédées. Cet accident a eu beaucoup de conséquences en gestion des risques et dans les systèmes de réponses aux désastres dans le pays. De nombreuses études de terrains ont notamment été effectuées dans la région de Cuenca, dans le sud des Andes. La possibilité de l'apparition du désastre était connu, pourtant aucun système de prévention ou d'atténuation des risques n'a été mis en place. (Plaza et Moreno, 1994)



Carte 10 – Événements passés de glissement de terrain en Equateur 1988-1998
(Source : Cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador)



Carte 11 – Événements passés mouvements de masses

Heureusement, la plupart de ces événements ne sont pas mortels mais causent des dégâts matériels comme des effondrements et des ensevelissements de constructions, des dégâts sur les routes et dans les jardins. Dans les journaux, on relève plusieurs articles relatant des faits comme ceux-là. Sur la carte X ci-jointe, on voit les événements majeurs de glissements de terrain relevé dans la ville de Quito. Dans certaines parties de la capitale, généralement sur les reliefs et au pied des volcans, il y a des concentrations d'événements passés. Elles sont donc plus susceptibles de voir survenir d'autres accidents. Pour certains cas, la municipalité se voit obliger de relocaliser les habitants des quartiers dans lesquels plusieurs glissements de terrains sont apparus en prévention à d'autres événements potentiels.

Il a fallu qu'une catastrophe aussi importante que celle de la Josefina se manifeste pour que le gouvernement réalise que la gestion du risque est importante. La relation de la population avec son environnement a été repensée car elle est en grande partie responsable de cet incident. L'ensemble des nouvelles infrastructures de grande ampleur sont étudiées pour impacter le moins possible l'environnement et résister aux catastrophes potentielles futures. (Plaza G & Moreno O, 1994)

Aujourd'hui, les zones les plus vulnérables sont cartographiées et des mesures de prévention voient le jour. L'éducation joue un rôle important dans la connaissance de la gestion du risque. Des programmes sont mis en place par le gouvernement pour que l'information circule auprès des plus jeunes dans les écoles et auprès des plus âgés dans les quartiers affectés. Malheureusement, malgré les phénomènes prélabes et les séances d'information, le manque d'instruction de certaines populations induit que cette information n'atteint pas les personnes concernées en ce moment.

En observant la carte, les zones à risques de glissements de terrains se situent là où des événements majeurs sont déjà apparus ou proches de ceux-ci. Même si le critère des accidents précédents n'est pas prépondérant, c'est un indicatif pour déterminer ces secteurs. Aussi, il permet de confirmer les risques éventuels dans une zone.

Zones à risques

Les zones à risques sont définies selon les caractéristiques et la susceptibilité du lieu. Ce sont des évaluations qui sont faites principalement sur base de la pente du terrain, la composition géologique du sol et les événements passés dans ce type de terrains. Un dernier facteur, l'hydrologie des terrains, peut être ajoutée à la liste des paramètres étudiés pour classer les zones à risque. En 2015, 90 zones sont recensées dans le district comme étant des zones à risques de glissements de terres. Dans le périmètre urbain du DMQ, plus de trois-quarts des habitants sont installés dans des zones à risques modérés à élevés. (FLACSO, 2011)

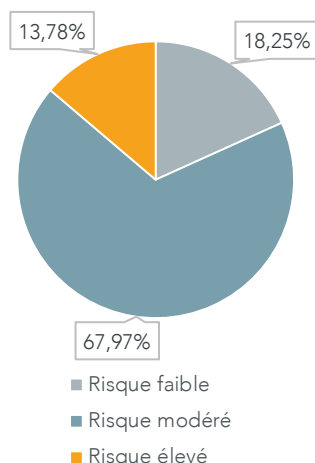


Illustration 39 – Part de la population en zone à risques

Les implantations humaines aux bords des nombreuses gorges de la région augmentent d'autant plus le niveau de danger de ces zones. L'imperméabilité des sols suite aux constructions engendre un dérèglement dans le cycle de l'eau des gorges qui cause l'érosion des terrains. De plus, la plupart des quartiers en bord de ravins s'y sont installés de manière informelle et aucune technique de construction n'a été validée par des experts ingénieurs ou architectes. L'objectif des habitants lors de la construction de leur habitation est d'édifier en minimisant les coûts. Les matériaux et techniques sont choisis selon leur budget et leurs connaissances. Les normes ne sont pas suivies et en général inconnues. Depuis quelques années, le nombre de ces constructions accroît et les habitations s'élèvent. Lorsqu'ils ont un peu d'argent de côté, les propriétaires ajoutent des étages à leurs maisons et, probablement sans le savoir, les efforts sur le sol sont évidemment accrus. Toutes ces caractéristiques les exposent davantage aux risques de glissements des terres des talus sur lesquels ils se sont établis. (FLACSO, 2011)

Certaines zones à risques sont évaluées comme des terrains non-construisibles et voient pourtant naître des bâtiments parfois de plusieurs étages. Un problème de la municipalité dans la gestion des risques est que les autorités ne vérifient pas et n'agissent que très peu pour éviter les constructions sur les sols non bâtissables et donc pour réguler le danger des installations urbaines et des habitants du district. Pour quelques maisons dans ces zones ou avec plus d'étages que la norme ne le permet, des sanctions peuvent être appliquées. Les propriétaires payent alors une amende et continuent ensuite à construire et s'implanter là où on leur l'a interdit. Il y a donc un inquiétant problème dans la régulation et la mise en place de peines pour ces habitations illégales et en danger.

D'autre part, les habitants connaissent les zones à risques mais ferment les yeux devant le danger tant qu'il n'est rien arrivé dans leurs zones.



Illustration 40 – Constructions de Ana Maria Bajo en bord de gorge

Conclusion

Le pays de l'Équateur se trouve dans une zone complexe au niveau de la tectonique des plaques. La collision de la plaque *Nazca*, la plaque océanique, et de la plaque *Sudamérica*, la continentale, crée une activité sismique et volcanique très importante. Cette collision évolue de jour en jour et continue d'alimenter cette activité.

De plus, sa position sur le parallèle de l'équateur lui confère un climat particulier et spécialement humide. Les conditions hydrométéorologiques de la région équatoriale agissent sur le relief accidenté et créent de nombreuses menaces de désastres naturels. Elles sont d'autant plus probables avec le paramètre anthropologique qu'elles sont accentuées par son activité sur le sol.

Introduction

Le cas d'étude de ce travail est un ensemble de trois quartiers, *La Pulida*, *Ana Maria Bajo* et *El Pedregal* dont la forme urbaine et le fonctionnement sont présentés et détaillés dans ce chapitre.

Cette partie pratique exposée découle d'un travail sur place durant plusieurs mois. Dans un premier temps, la méthodologie est présentée de manière à comprendre la structure du travail.

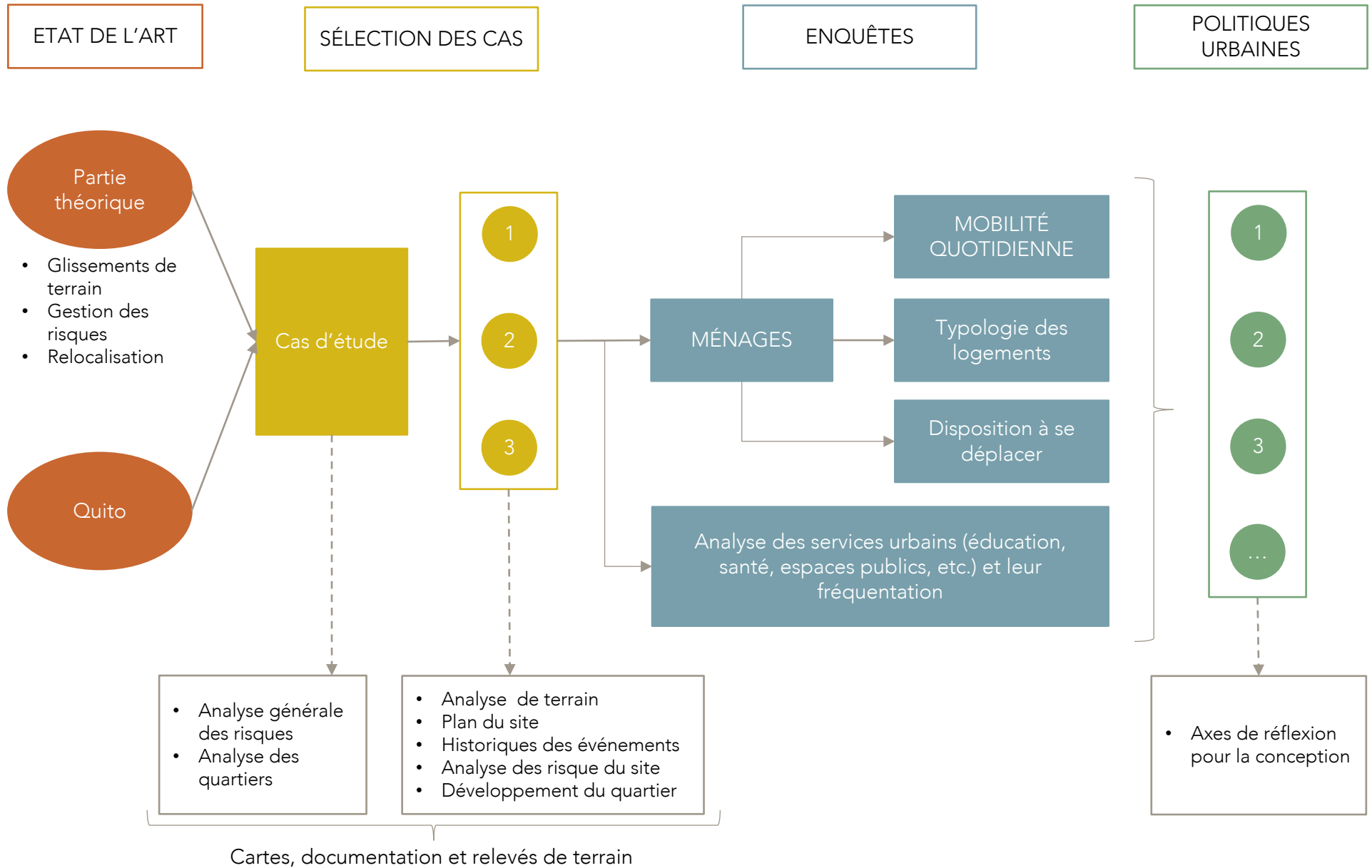
Ensuite vient l'analyse du contexte urbain et social de la zone étudiée qui est fondamentale pour connaître l'organisation et la structure urbaine de ce type de quartier en Équateur. On y présente les différents services dont ceux de mobilité, les espaces verts vu l'environnement naturel du site et les constructions qui apparaissent dans le quartier. Pour compléter l'analyse, la topographie et la géologie des quartiers sont étudiés avec un point sur les glissements de terrain dans la zone et une étude approfondie sur la gorge principal de l'ensemble urbain.

Par la suite, un compte rendu et l'exposé des résultats obtenus lors des enquêtes auprès des citoyens. Le but de celles-ci est d'en savoir plus sur le quartier, ses habitants et les manières de s'organiser et de fonctionner. Elles permettent d'avoir des informations complémentaires à ce que l'on constate par l'observation de terrain et des documents qu'on peut se procurer. La recherche des liens entre les différentes variables étudiées est la dernière partie des analyses de l'enquête.

Enfin grâce à ces informations et investigations, il est possible de mettre en place des politiques d'aménagement du territoire propres au défi de relocalisation dans le contexte qui nous est donné.

Ce travail permet d'élaborer un projet de relocalisation urbaine des quartiers de *La Pulida* en proposant les meilleures solutions techniques et spatiales pour assurer une vie loin des dangers de glissement de terrains.

Méthodologie du travail



Hypothèses et limites du travail

La partie pratique du travail concerne l'étude du secteur, la réalisation des enquêtes sur le terrain, l'analyse de ses résultats et enfin la proposition des politiques d'aménagement du territoire pour le quartier étudié.

Pour chacune des phases du travail, des hypothèses ont été posées car l'obtention de certaines informations n'est pas toujours faisable dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude et avec le temps réduit sur place.

La plus grande limite a été le temps. Trois mois n'ont certes pas été suffisants pour réaliser toutes les recherches et les idées de base pour ce mémoire. La plus grande partie est réalisée mais des informations supplémentaires sont nécessaires dans certains cas. Ce travail nécessite une plus longue période d'investigation.

Ensuite, l'expatriation a été une autre barrière pour deux raisons principales. La première est la pratique de la langue. Malgré un bon niveau en espagnol, les informations précises sur les sujets traités étaient dans certains cas difficiles à comprendre. Ce problème a été rencontré également lors des interviews avec les habitants. Le langage « de rue » est différents ainsi que les accents. C'est une des raisons du nombre restreint des enquêtes.

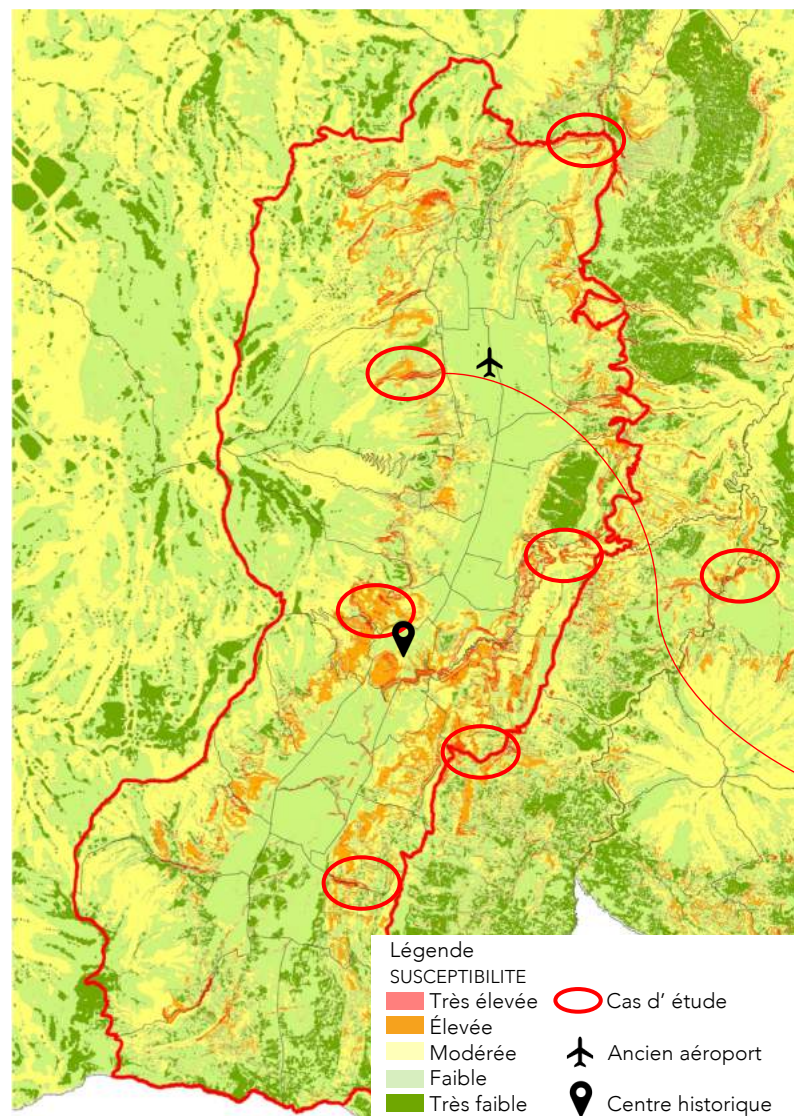
La deuxième raison est la connaissance réduite de la politique du pays et surtout des politiques en matière d'urbanisme en arrivant sur place. Beaucoup d'informations sur ce sujet ont dû être intégrées rapidement.

Enfin le troisième frein majeur pour la réalisation de cette étude a été l'accès au secteur pour des raisons, principalement, de sécurité. Il était fortement recommandé d'être accompagné pour les visites, investigations et relevés sur le terrain. Ceci diminuait les possibilités de se rendre dans les quartiers car il fallait accorder les agendas.

Toutes ces limites ne permettent donc pas de répondre à la totalité des questions. Il faut donc réaliser certaines hypothèses. Elles sont exprimées dans les différentes parties de ce chapitre, mais les principales sont reprises dans la liste suivantes.

1. On étend les résultats obtenus lors des enquêtes à la population des quartiers ayant interrogé des profils variés et représentatifs du secteur.
2. Certaines rues des quartiers n'étant pas accessibles et donc pas étudiées précisément, on les associe aux rues voisines et on considère les caractéristiques du voisinage.

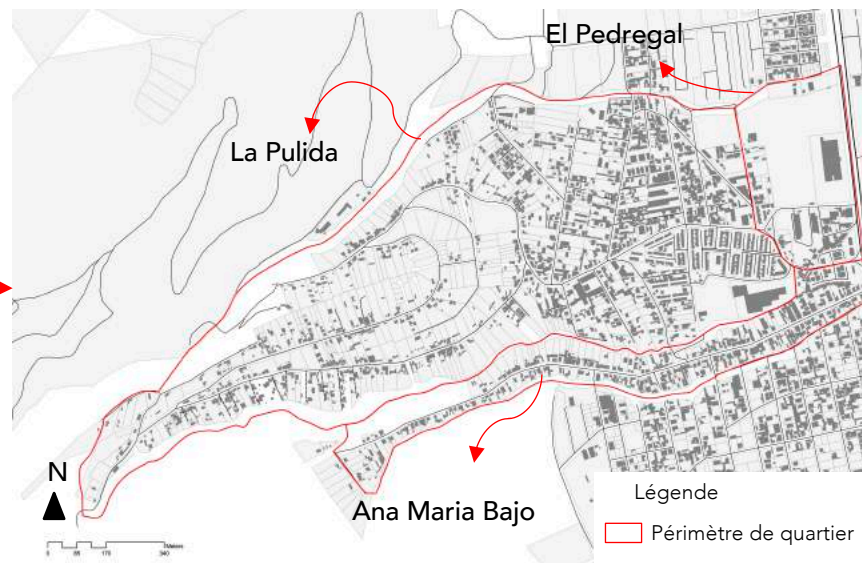
Choix des cas d'étude



Carte 12 – Susceptibilité dans la ville de Quito et Zones d'étude de l'Universidad Central del Ecuador

Les zones étudiées par l'Université Centrale de l'Équateur sont situées dans la limite urbaine de Quito qui est une zone très peuplée et dont le relief est important. Seules deux sont hors des limites. Les cas d'étude se trouvent là où les pentes sont fortes ce qui est un des critères de susceptibilité qui expose les terrains aux risques. Elles sont souvent en bord de gorges ou de ravins. Dans la plupart des cas, des glissements de terrains ont déjà eu lieu et certaines relocalisations ont déjà été réalisées à cause d'événements passés.

Parmi ces huit cas d'étude en cours, un ensemble de trois quartiers a été choisi pour ce mémoire. Il est composé de Ana Maria Bajo, El Pedregal et La Pulida, tous les trois regroupés sous le nom de La Pulida. Ils se situent à une dizaine de kilomètres au nord-ouest du centre ville. Entourée par deux gorges sur les flancs du volcan Pichincha dont la pente est forte, la zone est soumise à des risques élevés de glissements de terrains. Les zones à risques sont bien entendu les gorges dont le dénivelé est important à certains endroits et la partie la plus haute du quartier dont la déclivité est également considérable.



Carte 13 – Cas d'étude : La Pulida, Ana Maria Bajo et El Pedregal

Méthodologie et questions de recherches

Théorie

- Analyse de cas de relocalisation existants
- Définition du champs d'étude



Préparation

- Première approche sur le site d'investigation
- Rencontre des dirigeants locaux



Pratique

- Création des questionnaires
- Réalisation des enquêtes
- Synthèse des résultats



Conclusion

- Discussion des résultats
- Proposition de politiques applicables aux cas d'étude semblables

La partie pratique de ce travail s'est réalisée sous forme d'enquêtes dans une zone de Quito soumise aux risques de glissements de terrain. Lors de la phase de recherche et d'état de l'art, une analyse a été réalisée avec des cas d'études de relocalisations existantes pour composer les questions de recherche. Ici, l'étude cherche à approfondir les connaissances:

- la vie quotidienne locale et les logements, les services et les habitants, ... ;
- La perception et la gestion du risque par les citoyens;
- et surtout la mobilité quotidienne des habitants du quartier.

Ainsi, les questions de recherche sont les suivantes :

1. Quel impact sur la planification urbaine a la mobilité quotidienne des habitants d'un quartier modeste ou infortuné ?
2. Comment la relocalisation préventive de zones à risques de glissements de terrain peut améliorer la qualité de vie sur base de la mobilité quotidienne?

Par la suite, chaque aspect de l'investigation a été analysé en deux temps.

Les premières étapes sont l'examen visuel du terrain et l'analyse des informations cartographiques disponibles. Il s'agit d'une étude qualitative qui se réalise par l'observation directe du site. Au cours de cette première étape, on obtient des informations générales sur la structure, la typologie et la vie urbaine en plus d'avoir une visualisation globale du cas d'étude. Cette étape permet d'établir des premières hypothèses de terrain qu'on cherche à confirmer ou infirmer dans la suite de la recherche. Dans certains cas, elles restent à l'état d'hypothèses. Lors de cette première visite, une rencontre avec la présidente du sous-quartier de La Pulida de la zone de la gorge *Habas Corral*, qui est le lieu à risque de l'étude, a été l'occasion d'organiser une table ronde avec les habitants.

La partie suivante du travail s'est réalisée sur le terrain afin de récolter des informations plus précises grâce aux questionnaires élaborés spécialement pour ce travail. Les sondages permettent de compléter et approfondir les connaissances obtenues lors des premières visites de terrain. Après cette action, certaines hypothèses sont déjà recadrées voire éliminées et on obtient les premières réponses aux questions de recherche. L'avantage principal de ce type d'investigation est que la discussion avec les habitants donne des renseignements supplémentaires par rapport aux questions posées.

Enfin la dernière étape du cas pratique est l'analyse des résultats récoltés et la discussion des questions de recherche sur base de ceux-ci. L'objectif final étant de débattre des questions et de proposer des concepts urbanistiques permettant d'y répondre.

Dans le contexte de ce travail, où la mobilité quotidienne est mise en avant, les questionnaires ont été élaborés afin de comprendre plus précisément les déplacements quotidiens des habitants du quartier et ainsi de proposer un projet de relocalisation conforme à leurs attentes et à leur culture.

La forme de l'investigation a été revue plusieurs fois pour s'adapter au mieux aux différentes situations et pour récolter un maximum de données. Finalement, les enquêtes ont été réalisées individuellement à la rencontre des habitants chez eux et dans la rue. Pour ces entrevues individuelles, les questions ont été simplifiées et le questionnaire raccourci pour diminuer le temps d'investigation et d'éviter de lasser les habitants.

Lors d'une réunion de quartier, l'opportunité de faire une enquête sous forme de table ronde s'est présentée. La forme de l'interview a alors été remaniée. Les différentes formes ont été élaborées sur base de *Méthodes de design UX* (Gronier, 2016) tandis que les questions ont été rédigées à partir de l'*Enquête Nationale belge sur la Mobilité*.

Les deux questionnaires sont consultables en annexe de ce travail. De manière globale, ils se constituent selon la structure suivante :

1. Questions sur le ménage
2. Questions sur le logement
3. Questions sur les déplacements
4. Questions sur la relocalisation

Le questionnaire de la table ronde est rédigé pour avoir des informations sur les déplacements principalement. Il n'y a pas d'information sur la constitution des ménages et l'enquête à propos des logements a été réduite.

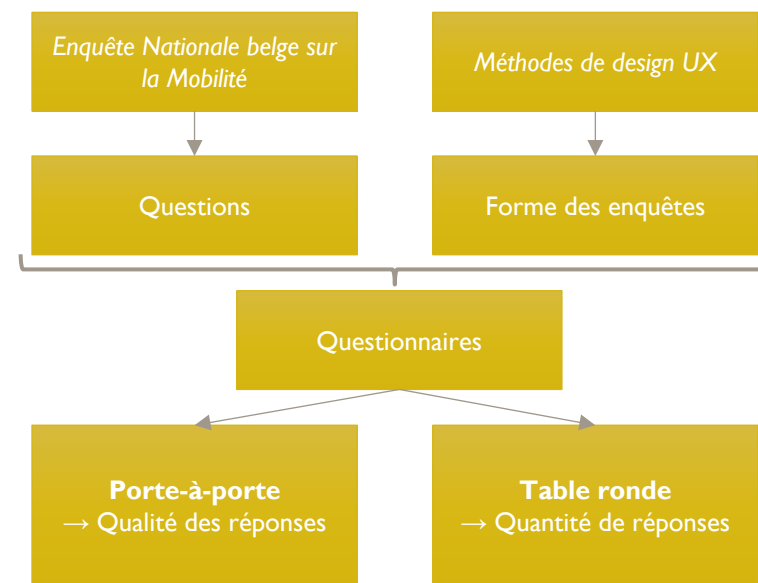


Illustration 41 – Création des entrevues

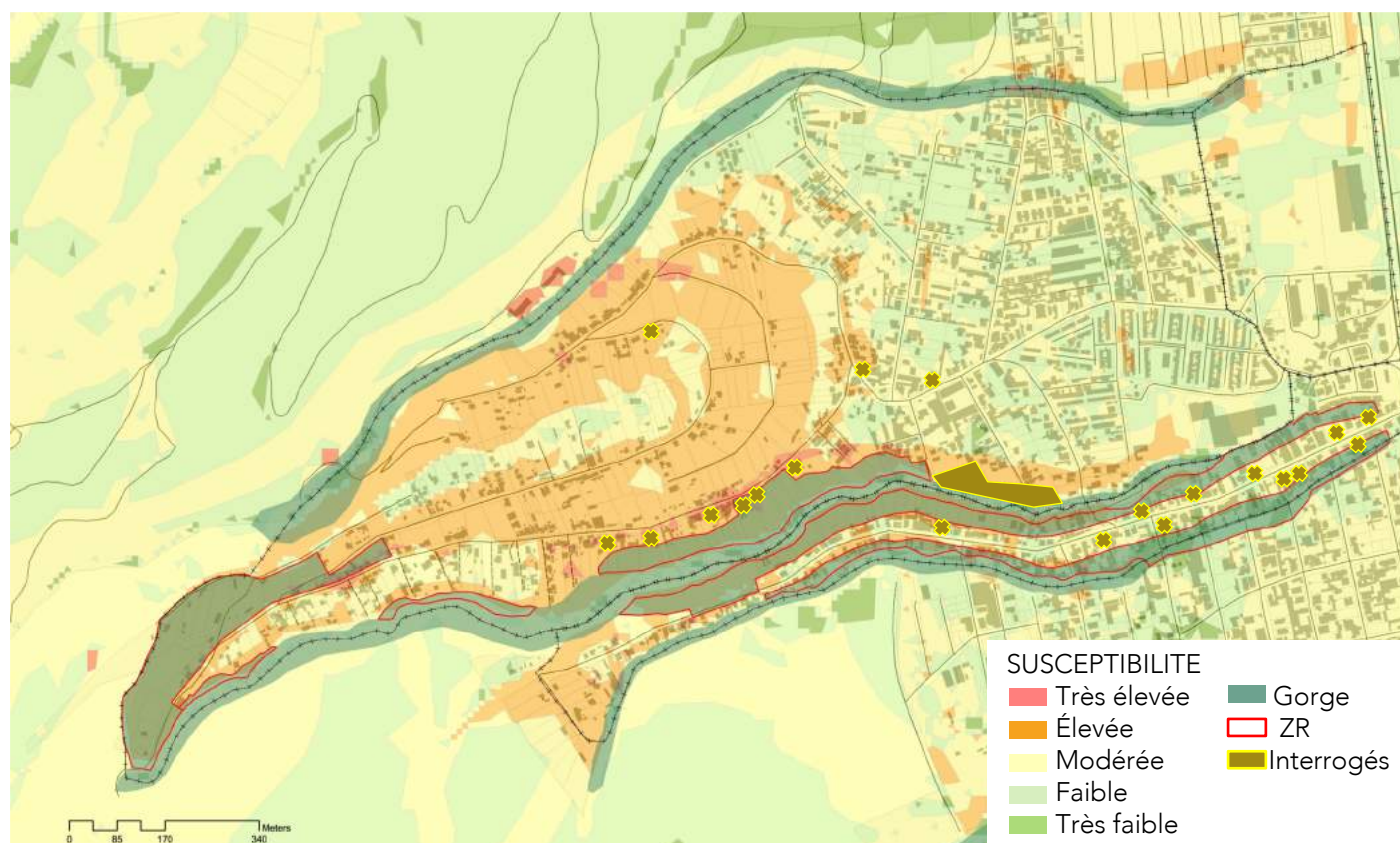
Dans la suite, pour des questions d'optimisation et de logistique, l'analyse suit le même canevas que les questionnaires. Plus tard, les résultats sont croisés pour établir des liens éventuels entre certains facteurs, notamment le social et la mobilité.

Enquêtes

Les enquêtes ont été effectuées dans le quartier pour connaître la population, leur quotidien et la manière dont elle se déplace dans le quartier. Elles ont été réalisées de deux manières différentes, une table ronde qui a rassemblé seize participants et des questionnaires individuels à la rencontre des habitants du quartier. Les dirigeants ont également été interrogés pour obtenir, en plus, des informations sur l'organisation de quartier.

Au total, **37 citoyens** ont accepté de répondre aux questions. L'échantillonnage s'est fait de manière aléatoire dans les zones délimitées par les aires soumises aux risques, dans La Pulida et Ana Maria Bajo. Tous les habitants n'ont pas répondu à l'ensemble des questions car ils n'étaient pas concernés

Sur la carte ci-dessous, on retrouve la position des habitants interrogés au porte-à-porte ainsi que la zone d'habitation des habitants-collaborateurs de la table ronde.



Carte 14 – Susceptibilité dans le secteur d'étude et localisation des personnes interrogées

Contexte général

Les premières installations dans ces quartiers datent de 1975 environ. Des familles achètent leur terrain de grandes dimensions pour un prix abordable à un revendeur. Le quartier n'est, à l'époque, qu'un vaste espace naturel sur le flanc est du volcan Pichincha. Sa position relativement proche de la ville mais dans un environnement totalement naturel le rend intéressant aux yeux des acheteurs. Malgré sa colonisation, c'est toujours le cas aujourd'hui. Dans les années 70, rien n'est aménagé pour recevoir des habitations, les premiers installés ont juste droit à une parcelle de terrain sans aucun service public, pas d'eau, d'électricité ni même de route. Pendant longtemps, la seule source d'eau est une cascade dans le haut du village provenant des hauteurs de la montagne.

Au fur et à mesure, les habitants se réunissent et créent des coopérations pour établir des accès viaires dans un premier temps et obtenir l'accès à l'eau potable et à l'électricité par la suite. Petit à petit, le quartier acquiert les services de base, quelques commerces et après trente ans, la municipalité pose des égouts, l'électricité et réalise des voies carrossables dans l'ensemble de la conurbation.

Au début des années 2000, après la crise financière, la population grandissante voit une opportunité de s'établir à cet endroit de la capitale maintenant tout à fait développé. Aujourd'hui, l'ensemble des quartiers compte environ 9000 habitants et est doté d'un noyau d'activités dans le bas de La Pulida. Un grand nombre de familles vit là depuis les premières années de la fondation du quartier. Les familles s'étant agrandies, les premiers habitants résident maintenant avec leurs enfants, petits-enfants, voire arrière-petits-enfants. La population du quartier a donc partiellement augmenté par hérédité. Ceci engendre un découpage du parcellaire par les propriétaires pour donner une fraction de terrain à tous leurs enfants. Cependant, ces divisions ne sont pas toujours légales ni connues des autorités. Ensuite, une fois le secteur consolidé et pourvu des installations et d'établissements économiques de base, des personnes de l'extérieur sont venues et continuent de s'installer dans cette zone sans toujours connaître le risque existant.

La Pulida est le plus grand des trois quartiers et se divise en trois avec chacun un dirigeant de sous-quartiers. D'abord, La Pulida Baja qui est la partie du quartier la plus consolidée, à l'est, ensuite à Pulida Alta, à l'ouest, la plus haute sur le versant du volcan et la moins dense et enfin la gorge Habas Corral qui se compose d'une quinzaine de familles vivant dans la gorge même. Cette division est apparue il y a quelques années pour des raisons politiques et des points de vue divergents sur le développement du quartier et de ses nécessités.

Ana Maria Bajo s'étend le long d'une seule rue entre deux gorges dont une est comblée par des terres sur un tronçon. Presque la totalité des parcelles de terrains est bâtie. Bien qu'elles sont également en zone à risques de glissements de terrains.

Enfin, le plus petit quartier, El Pedregal, est établi dans le bas de la conurbation. Délimité récemment, il n'est presque pas bâti et est affecté principalement de fonctions économiques et de quelques logements dont deux tours de 13 étages qui accueillent des appartements.

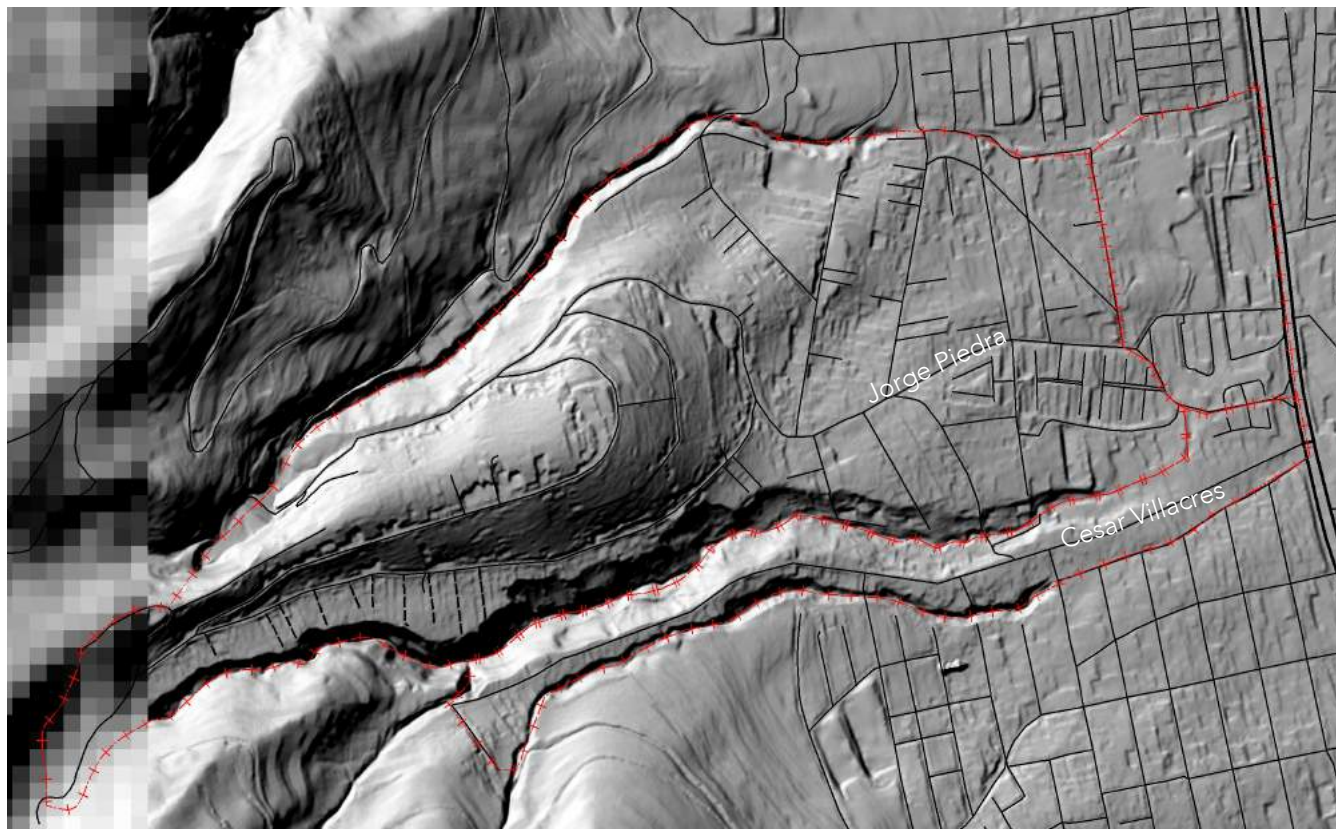


Carte 15 – Division des sous-quartiers de La Pulida

Morphologie urbaine

La plupart des villes se construisent le long des voies de transports. Les chemins et routes se dessinent pour ensuite diviser les terres en parcelles privées ou publiques avec chacune un usage précis et finalement y accueillir les édifications. Le cas de l'ensemble de La Pulida est différent car les premiers arrivants se sont installés pour différentes raisons, dont l'emploi, et ont donc bâti leurs foyers là où ils voulaient. Par la suite, pour pouvoir se déplacer, il ont commencé par baliser eux-mêmes des chemins qui sont restés en terre pendant de nombreuses années.

Dans ce cas, c'est le relief qui a engendré le réseau viaire. On le note surtout dans La Pulida Alta, elles suivent les courbes de niveaux du site naturel. À l'opposé, les rues principales Jorge Piedra et Cesar Villacres, coupent le relief de bas en haut ce qui lui donne une pente très forte. Au fur et à mesure de la densification du quartier, les rues ont été tracées et construites officiellement par la municipalité. Les premiers relevés de cadastres ont suivis. La totalité de La Pulida n'a accès à l'ensemble des réseaux (eau, électricité, égouttage) que depuis 2005. Il n'y a donc presque aucune planification urbaine mais bien une création spontanée et informelle d'un quartier par ses habitants.



Carte 16 – Modèle 3D du relief et tracé des rues

Mobilité

Comme mentionné précédemment, les trois quartiers de La Pulida, Ana Maria Bajo et El Pedregal se distinguent par plusieurs aspects notamment par leur accessibilité et leur mobilité.

Les rues sont aujourd'hui toutes pavées et dotées d'égouts. Ces travaux ont été réalisés par la municipalité, ce qui permet aussi de gérer l'écoulement des eaux de pluie et d'éviter des inondations dans la vallée. Cependant, l'état des rues est discutable. Il y a un manque évident d'entretien et de réparation des routes par les services de la ville. Ceux-ci n'interviennent que pour les dégâts importants. En exemple, lors d'un effondrement de la route en 2017 à la fin d'un hiver très pluvieux, des travaux ont eu lieu rapidement.



Illustration 42 – Effondrement de la rue d'Ana Maria Bajo⁽¹⁾

Le trou de plusieurs mètres de large et de profondeur a été refermé très rapidement par les autorités en charge pour rétablir l'accès et surtout éviter des accidents. On voit, sur l'illustration 43, que la route est parfaitement réfectionnée. Des études du terrain aux alentours ont été réalisées, à la suite, pour assurer que l'événement ne se reproduise.



Illustration 43 – Réparation de la partie effondrée de la rue d'Ana Maria Bajo⁽¹⁾

Contrairement aux rues, les trottoirs (Il. 44) sont sous l'entière responsabilité du propriétaire du terrain adjacent. Il n'y a donc aucune uniformité ni continuité des bords de route. Ils doivent aussi en assurer la maintenance mais l'état des trottoirs est parfois très mauvaise, et certains sont même inexistant. Enfin, la différence de niveau entre chaque trottoir est grande et il est souvent difficile de passer de l'un à l'autre. L'accès PMR est tout simplement impossible. Tout cela offre peu de sécurité aux piétons, nombreux dans le quartier, ils sont constamment obligés de se déplacer sur la route, que les véhicules empruntent à toute vitesse. La marche est pourtant le mode de déplacement le plus utilisé dans la conurbation.



Illustration 44 – Trottoirs

(1) <http://www.extra.ec/actualidad/quito-barrioanamarca-calle-hundimiento-afectaciones-FC1163326>

Vu le réseau important de La Pulida, on y retrouve plusieurs types de voiries. Tout d'abord, les rues principales construites par les services municipaux qui sont en pavés ou revêtues de bitume.



Illustration 45 – Rues principales

Les rues secondaires souvent créées par les habitants avec leurs propres moyens sont souvent bétonnées, en pavés ou simplement balisées.



Illustration 46 – Rues secondaires

Enfin, des accès plus difficiles à certaines habitations sont de simples chemins de terre ou de pavés tracés également par les propriétaires de ces logements. Ils peuvent être routiers ou piétons mais restent en général privés et inutilisés par le reste de la population. Ce sont généralement des impasses qui présentent parfois un dénivelé important. Dans ce dernier cas, elles sont alors sous forme d'escaliers. Dans ces deux derniers types, les trottoirs sont également construits par les propriétaires des terrains de la rue. Ils sont donc tous différents, les niveaux ne correspondent pas toujours entre eux et certains sont même inexistant. Ce mauvais état des trottoirs rend la circulation piétonne très difficile et inaptée aux personnes à mobilité réduite. Les piétons marchent alors sur la voie de circulation ce qui les expose à des accidents.



Illustration 47 – Impasses

Comme ces dernières voies de communication, quelques accès à la gorge Habas Corral existent et sont presque uniquement piétons et en escaliers vu la différence de niveaux importante entre le haut et le bas du ravin. Un seul chemin accessible par les voitures a été créé dans le bas de Ana Maria Bajo. Tous ces accès à la gorge ont également été construits par les habitants.



Illustration 47 – Impasses



Illustration 48 – Accès viaire et piéton à la gorge



Illustration 49 – Accès piéton à la gorge

Sur l'illustration 48 ci-dessous, on constate que les schémas et accès viaires des trois unités urbaines sont bien différents.

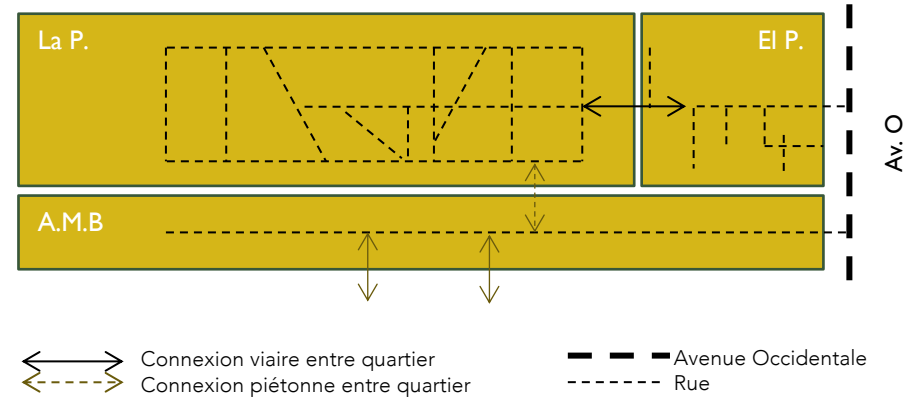


Illustration 50 – Schéma viaire et des connexions des quartiers

D'une part, El Pedregal et Ana Maria Bajo ont un accès direct au grand axe de circulation qui traverse la ville du nord au sud par le côté ouest, l'Avenue Occidentale. Cette avenue est un élément important de mobilité car beaucoup de taxis y circulent et surtout les transports en commun qui les amènent au centre ville ou dans la partie nord de la ville.

D'autre part, La Pulida n'est accessible que par l'intermédiaire de El Pedregal depuis celle-ci. On peut donc considérer que ces deux unités ne font qu'un tandis qu'Ana Maria Bajo n'a qu'une connexion piétonne avec La Pulida ce qui lui donne une indépendance presque totale dans l'ensemble des trois quartiers.

Enfin, Ana Maria Bajo s'organise selon un schéma viaire linéaire avec une seule voie sans issue tandis que La Pulida et El Pedregal sont constitués d'un réseau viaire dense et réparti. Leurs rues desservent l'ensemble des quartiers. Cependant le premier quartier possède plusieurs connexions avec son voisin contrairement aux deux autres qui n'ont aucune liaison avec les quartiers voisins. Ceci est notamment dû au relief avec le ravin profond qui les sépare.

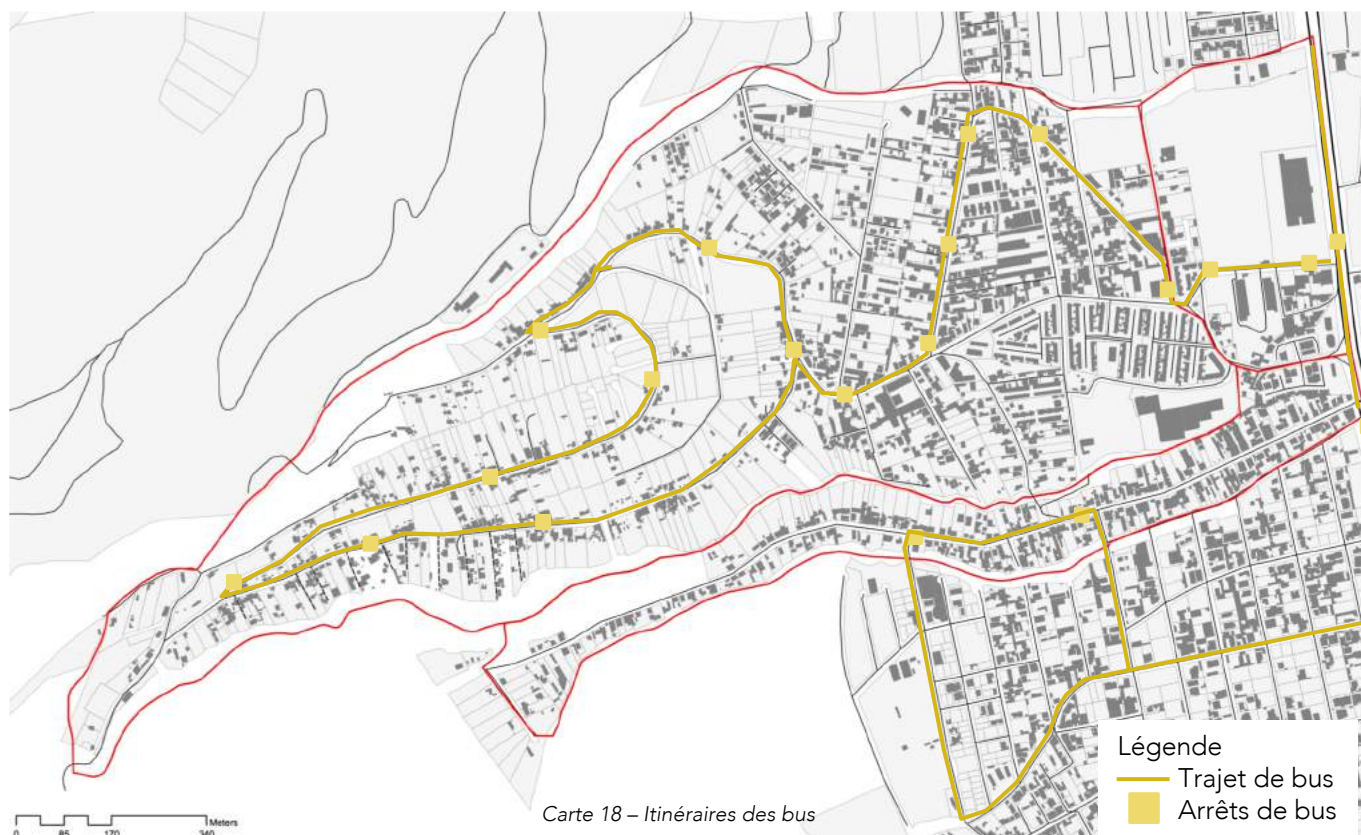


Carte 17 – Classification des rues

Services publics

Premièrement, le service des transports en commun n'est développé que dans le plus grand des quartiers. Pour y accéder il passe bien entendu par El Pedregal. Malgré l'itinéraire qui permet de desservir presque l'entièreté du quartier, la fréquence très faible donne l'impression d'avoir un accès restreint au bus. Pour cela, une coopérative de taxis s'est installée dans le bas du quartier, au niveau de l'arrêt de bus de l'avenue Occidentale. Cette organisation locale met à disposition des taxis toute la journée pour les habitants du quartier. Mais, comme les bus, la coopérative n'est pas active en soirée ni la nuit. Ana Maria Bajo ne dispose pas de ligne de bus propre mais une partie de la trajectoire du bus desservant le quartier voisin passe sur un court tronçon de sa seule rue. Le seul autre moyen de transport autre que la voiture privée est alors le taxi.

C'est pourquoi dans cette conurbation, le mode de déplacement piéton est le plus utilisé car une majorité de la population n'a pas de véhicule privé. La mobilité à l'intérieur des quartiers est dès lors difficile et les possibilités sont restreintes. C'est une explication à la circulation locale et interne.



Dans l'ensemble des trois entités, l'offre de services est relativement complète. Cependant, individuellement, elles manquent chacune de quelques activités. Le problème est que les habitants n'ont pas une vision globale des trois quartiers mais les considèrent chacun isolément et estiment donc qu'il y a des manques. La Pulida et Ana Maria sont les deux quartiers qui accueillent le plus de logements contrairement à El Pedregal dans lequel la fonction résidentielle ne domine pas. Ce dernier est un quartier à caractère économique. Avec la présence de l'Agence Nationale de Circulation routière, l'activité principale est la mécanique automobile. L'agence amène alors beaucoup de passage dans le quartier.

Dans les deux autres quartiers, cette offre d'activités est plus variée bien que la plus inventoriée dans l'ensemble est le commerce local au rez-de-chaussée de nombreuses habitations.



Illustration 51 – Commerces aux rez-de-chaussée

Le haut de la Pulida n'a que très peu de commerces comme de logements. Le même schéma apparaît dans Ana Maria Bajo, l'offre de commerce s'estompe avec l'altitude. D'après les enquêtes, Ana Maria dispose d'une offre d'activités relativement complète.

Les services manquants les plus mentionnés dans le quartier de La Pulida sont une pharmacie et un centre de santé ou petit hôpital local qui offre des services complets.

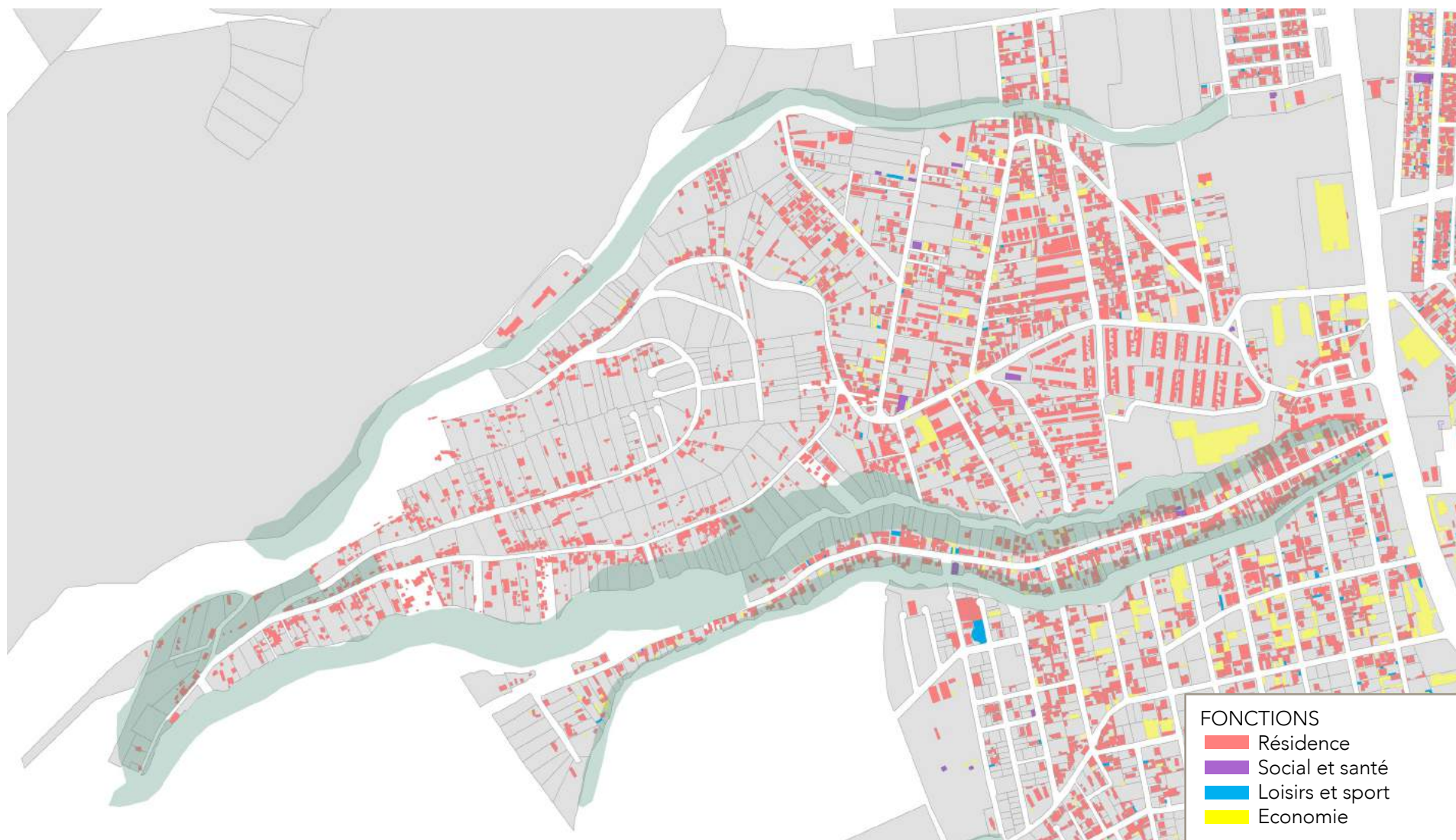
Ana Maria Bajo manque, selon les résultats des enquêtes, d'une pharmacie et d'un service de bus. Il en ressort également qu'un entretien de l'unique voie publique fait défaut. En réalité, la plupart de ces infrastructures souhaitées se trouvent dans le quartier voisin. Une connaissance de l'autre et des échanges mutuels devraient permettre d'accéder à tout ce dont ils ont besoin sans se déplacer à des kilomètres.

Bien que le commerce de proximité foisonne dans les deux unités, l'absence d'un marché local est ressenti. Il faut parfois aller à plusieurs dizaines de kilomètres pour trouver un marché. Du coup, presque la moitié des habitants ne fait ses courses que dans les petits commerces de proximité.

La foi chrétienne étant dominante dans la communauté équatorienne, les églises sont présentes partout sur le territoire. Les deux quartiers disposent même de plus d'une église catholique chacun. C'est le seul service d'intérêt social qui est proposé dans les quartiers, et un des plus importants aux yeux des équatoriens. Une maison de quartier existe dans Ana Maria Bajo mais n'est malheureusement jamais utilisée.

Les centres d'éducation ne manquent pas non plus, pour les plus jeunes, un jardin d'enfants existe dans La Pulida qui possède également une école primaire. Des collèges sont présents dans les quartiers voisins ce qui permet d'avoir un accès facile et rapide à ces établissements.

Enfin, quelques infrastructures sportives se sont établies dans les quartiers, principalement des aires de sport extérieures. On voit apparaître à plusieurs endroits des terrains de football, basketball et *ecua-volley*, adaptation nationale du volleyball. Pour pratiquer ce dernier, il y a une salle de sport dans La Pulida qui propose également des cours de danse.



Carte 19 – Fonctions dans les quartiers

Espaces vert

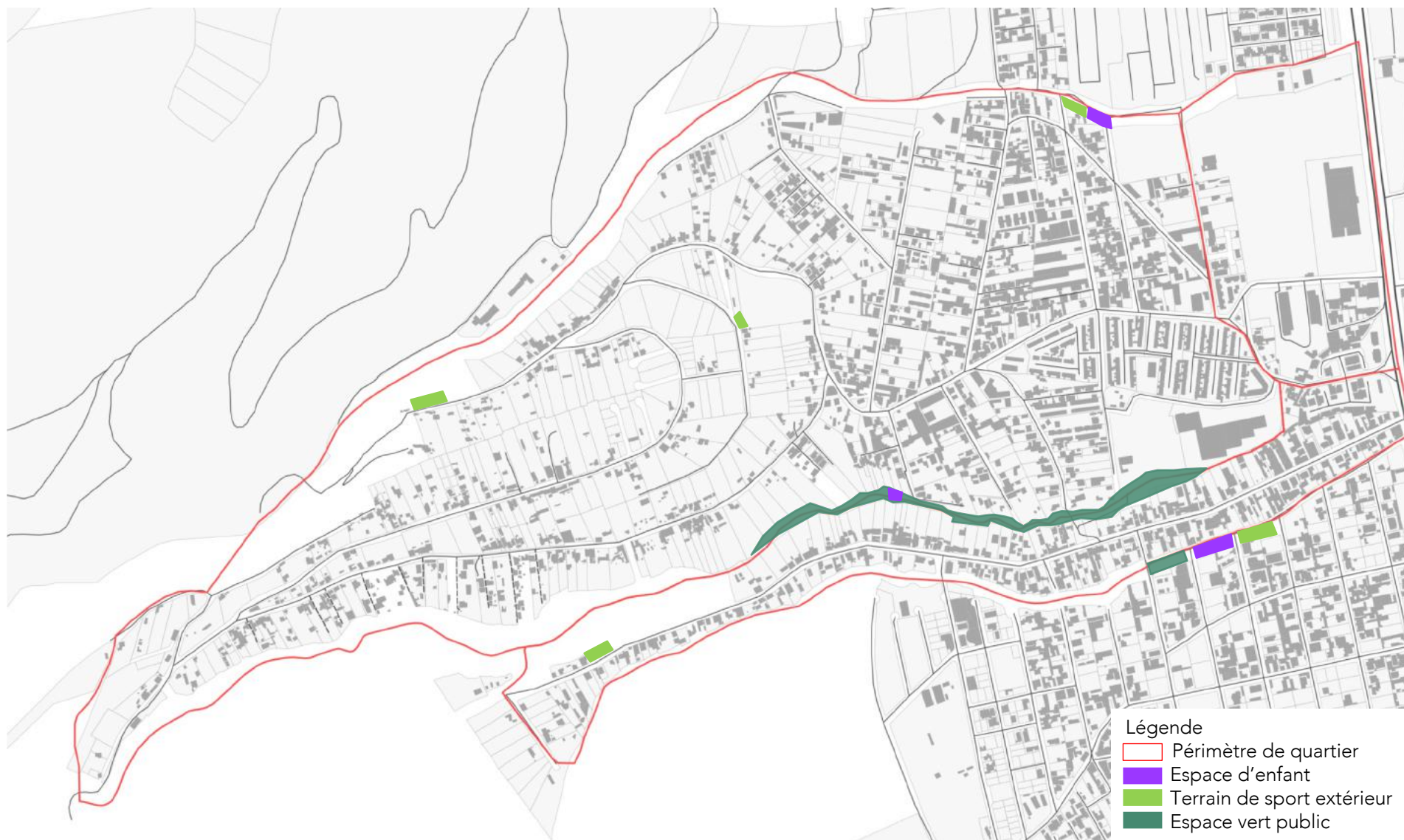
Vu l'environnement naturel du site, il est évident que des espaces publics extérieurs sont présents et accessibles à tous. Cependant ils sont trop peu nombreux et cette rareté pèse sur la population. On rencontre deux types de nature: une nature sauvage dans les gorges et une nature domptée par l'humain que sont les parcs publics.

Le premier type est un milieu naturel, très boisé et planté de végétation très variée, Il a été légèrement approprié par le voisinage direct. Quelques installations modestes avec des jeux pour enfants et des bancs publics ont été placées dans le fond de la gorge dont l'accessibilité est difficile. Elle se fait par un escalier de 125 marches (II.X) depuis La Pulida. Un autre accès depuis Ana Maria Bajo est lui plus aisé mais une petite marche pour remonter la gorge est nécessaire pour atteindre cet espace aménagé. A cet endroit de la gorge, même avec les nombreuses constructions qui l'entourent, la végétation donne l'impression de se trouver hors de l'agglomération, dans un espace tranquille et reposant, en pleine nature. Malheureusement, peu de personnes utilisent le lieu. Assurément, son accès difficile est une des raisons de son impopularité, certains ne connaissant même pas l'existence de ces installations.

Le second est beaucoup plus ordonné et moins aléatoire car planifié. L'espace présenté sur la deuxième photo ci-après a été récemment aménagé par la municipalité de Quito, il y a à peine quelques années. Il se situe à l'extrémité nord de La Pulida ce qui n'est pas la situation optimale pour qu'il soit approprié par l'ensemble de ses résidents, et pas seulement par une partie comme c'est le cas actuellement. Ce type d'équipement public rentre dans un plan d'amélioration de la ville qui propose, entre autres axes de développement territorial, la transformation d'espaces vacants pour améliorer la vie de quartier des habitants. Des espaces de repos, des terrains de sports et des infrastructures pour enfants sont proposés pour créer des espaces conviviaux où se rencontrent toutes les générations et toutes les classes sociales. Dans le quartier, on rencontre plusieurs terrains de sport aménagés par les habitants sur des terrains vagues.



Illustration 52 – Espaces publics extérieurs avec aires de jeux et de sports



Carte 20 – Espaces publics extérieurs

Typologie du bâti



RDC ●



R+1 ●



R+2 ●



R+3 ●

Carte 21 – Typologie

Parmi les 457 habitations recensées, la typologie des logements à deux niveaux est la plus répandue dans l'ensemble des quartiers. Les habitations en rez-de-chaussée occupent aussi une part importante de l'immobilier du site. On remarque que ces dernières sont plus présentes dans le haut de La Pulida qui est aussi la partie du quartier la plus pauvre, la moins consolidée et la plus bâtie avec des baraquements ou des propriétés sommaires. Un lien est évident entre ces deux caractéristiques, la majorité des installations primaires sont de plein pied.

Beaucoup d'habitations en R+2 disposent d'un espace commercial au rez-de-chaussée. Les quelques bâtiments de quatre niveaux ou plus sont en général des immeubles à appartements. Et certains présentent également un rez-de-chaussée commercial.

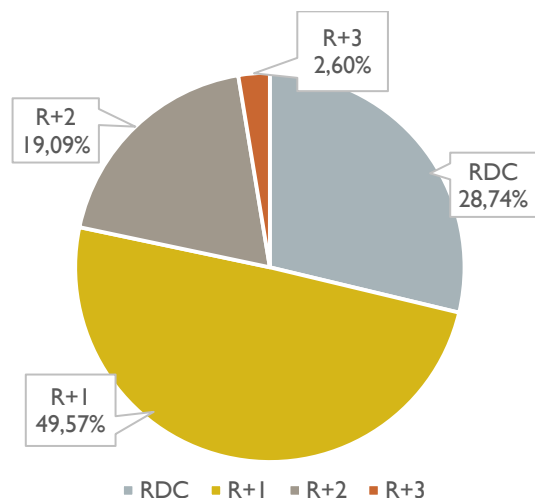


Illustration 53 – Proportion des typologie dans la conurbation pour l'échantillon recueilli

Une remarque importante pour cette analyse typologique, toutes les habitations n'ont pas pu être inventoriées par manque d'accès à certaines zones et par manque de visibilité des zones dans la gorge. Bien que les résultats soient représentatifs du quartier, ils ne sont pas exhaustifs carcar des habitations à rue semblent n'avoir que un ou deux niveaux mais en réalité, les étages sont construits dans la gorge et ne sont donc pas visibles depuis la rue.

La plupart des habitations ont été illégalement construites sans permis de construire ni de plan de construction. La communauté, soudée dans ce type de quartier, s'entraide pour construire la maison d'un voisin. On appelle ces constructions des *mingas*, littéralement traduit par *entraide*. C'est de cette manière que beaucoup d'édifications voient le jour dans les quartiers, faute d'argent pour engager un corps de métier. En général, les *mingas* sont construites avec des matériaux bon marché et sur un seul niveau.

L'autre manière de construire est en béton. Ils élèvent ainsi des bâtiments de plusieurs étages qui ne se font généralement pas en une seule fois. Ils bâtissent un premier niveau et lorsqu'ils ont les ressources financières suffisantes, ils continuent le bâtiment. Les constructions progressives se font en plusieurs années et même parfois en dizaines d'années. Dans la plupart de ces cas, des hommes de métiers qualifiés sont recrutés.

Cependant, pour les deux façons de construire, les maçons qualifiés ou non selon le cas manquent de connaissances dans le domaine des risques. En général, les constructions ne sont pas réglementaires ni sécuritaires en cas de mouvements de terrain. Dès lors, des accidents graves peuvent arriver.

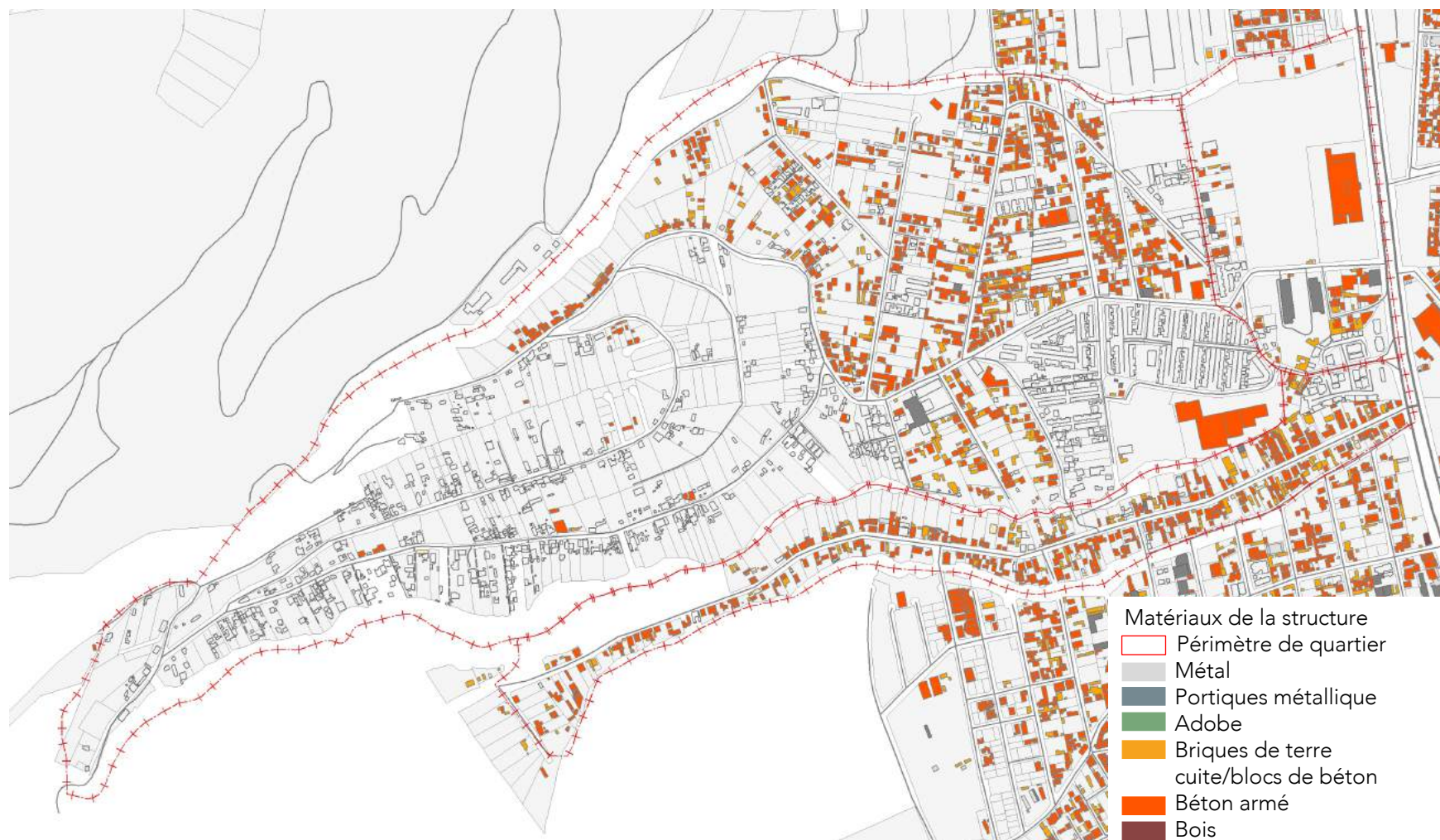


Illustration 54 – Minga



Illustration 55 – Construction progressive

Enfin, les matériaux de construction utilisés en majorité dans les quartiers, et dans Quito en général, sont le béton et les briques de terre crue. La carte X montre les bâtiments dont le matériau de structure a été recensé. Les constructions en briques/blocs de béton et en béton armé sont les plus présentes. Quelques structures métalliques, dont principalement des portiques pour les hangars, et en bois sont présentes. L'adobe qui est plus rare. Cependant, une grande partie du secteur de La Pulida n'est pas inventorié pour ce critère et c'est justement dans cette partie que se trouvent beaucoup de constructions en toiles métalliques.



Carte 22 – Matériaux de construction

Topographie

Le dénivelé des quartiers et le dénivelé dans les gorges sont importants. Le bas de l'ensemble se trouve à 2875m au dessus du niveau de la mer. Les parties hautes de Ana Maria Bajo et La Pulida sont, respectivement, à plus de 3100m et 3200m d'altitude. Il y a donc une différence d'altitude d'environ 350 m pour 2,5km de long, cela fait une moyenne de 14% de pente dans le quartier. (Il.56) Mais en réalité, le bas est beaucoup plus plat que le haut du quartier. Ceci se voit très bien sur la carte 23 à la page suivante qui montre les courbes de niveau de la zone.

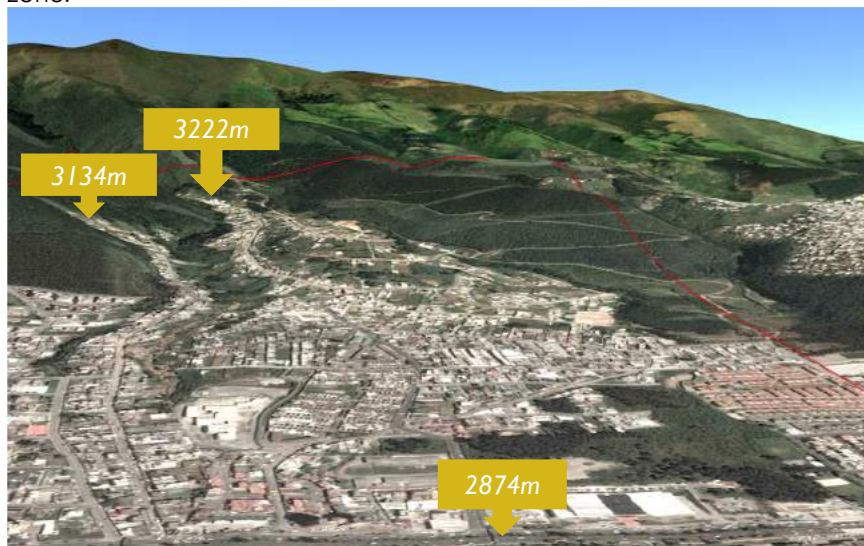


Illustration 56 – Dénivelé des quartiers (Source : GoogleEarth 2018)

La pente des rues qui rejoignent les sommets est donc élevée, aux alentours de 20% en moyenne. Vu que la conurbation s'est établie petit à petit sans aucune planification, les rues se sont créées après que les premières familles se soient installées. C'est notamment pour cela que les tracés des routes sont abrupts dans la transition du quartier bas vers le quartier haut. A l'opposé, on voit sur la Carte 23 que les urbanisations les plus récentes ont des rues parallèles aux courbes de niveau.

Sur l'image satellite suivante (Il.57) on peut se faire une idée du dénivelé de la gorge Habas Corral qui sépare La Pulida de Ana Maria Bajo. Les relevés vert indiquent l'altitu dans le fond du ravin et les jaunes dans les quartiers

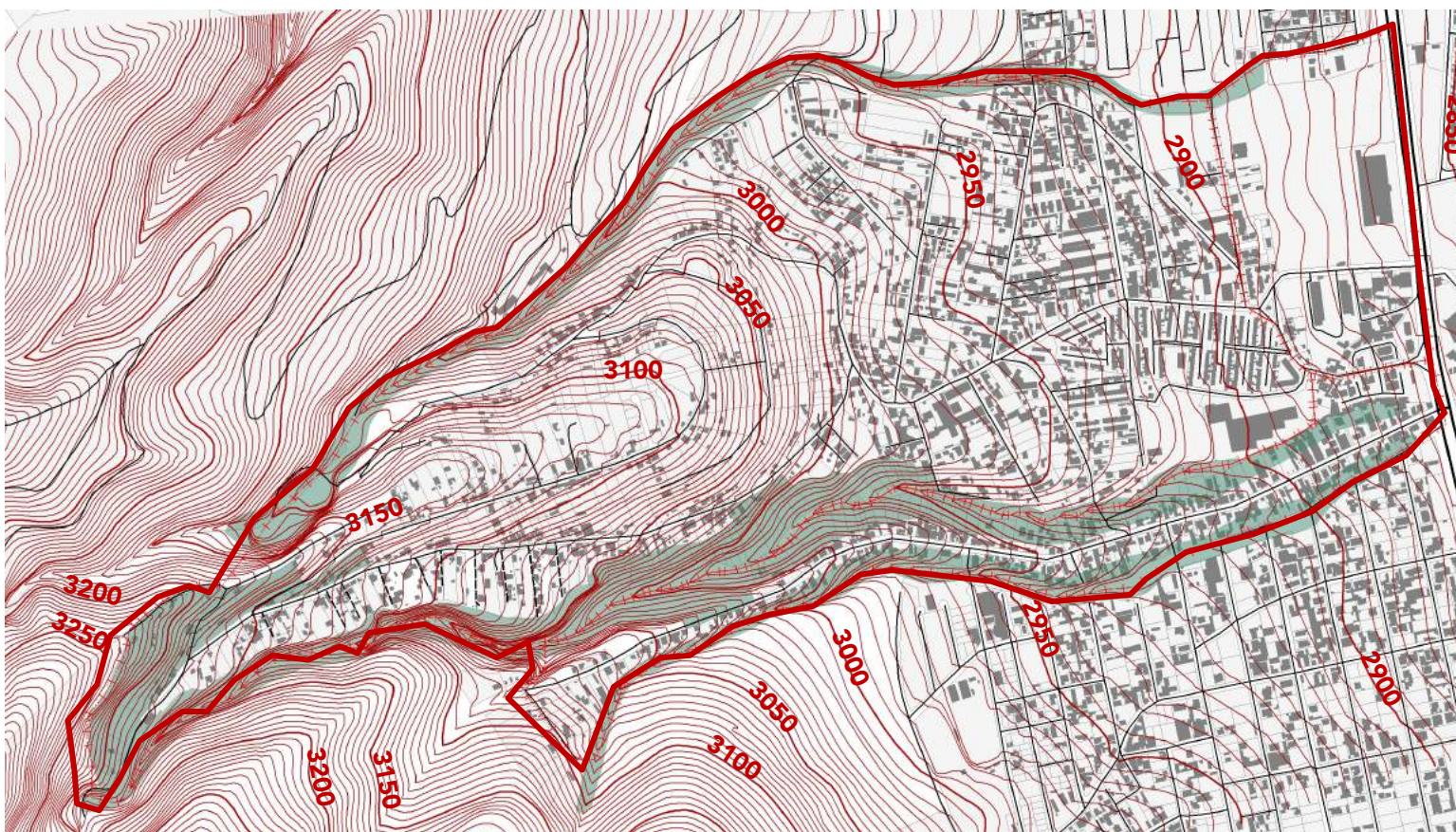


Illustration 57 – Dénivelé de la gorge Habas Corral (Source : GoogleEarth 2018)

Image © 2018 C
Data SIO, NOAA, U.S.
Image © 2018
Image Landsat

La division politique et organisationnelle actuelle du quartier se remarque facilement avec la topographie. Deux parties se distinguent clairement : le haut et le bas du quartier. Le premier a un dénivelé beaucoup plus important que le deuxième qui est moins pentu. Ceci explique notamment la raison de la densité de constructions entre le haut et le bas de la conurbation. On voit aussi sur cette carte le tracé des routes qui suivent les courbes de niveaux, surtout dans la partie haute, comme présenté antérieurement dans ce chapitre.

Enfin la carte 23 permet d'apercevoir les dessins des différentes gorges qui entourent l'ensemble des quartiers étudiés. La gorge Habas Corral, qui sépare La Pulida et Ana Maria Bajo s'observe facilement. On constate que, comme le reste du quartier, le bas du ravin a une pente moins prononcée sur les versants des quartiers que le haut. On a donc deux ambiances dans la gorge, une dans le haut verdoyante et dépaysante grâce aux talus importants qui créent une frontière. Et une deuxième ambiance où le ravin est moins profond et plus large dans laquelle l'urbanisation se fait ressentir davantage.



Carte 23 – Courbes de niveau du secteur

Géologie

Des cartes géologiques précises de la zone n'existent pas. Il faut donc se contenter des informations récupérées auprès de Jorge Ordoñez, géologue à la direction de la gestion des risques de Quito (Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, Quito), ainsi que des cartes géologiques générales de l'Équateur.

Vu la situation géographique de l'ensemble des quartiers d'étude sur le flanc du volcan Pichincha, le terrain est bien entendu constitué de matériaux volcaniques. Mais, sur les hauteurs, la couche de sol supérieure est en général un matériau organique nommé dans la région *páramo* (Custode et al. 1992). C'est une couverture végétale qui favorise l'infiltration de l'eau. C'est un sol qu'on retrouve dans la gorge Habas Corral. Mais avec l'urbanisation de plus en plus étendue dans celle-ci, le sol est constamment plus imperméabilisé et le ruissellement superficiel augmente. On retrouve aussi une grande partie de la couche superficielle modifiée par l'activité agricole dans le quartier et aussi dans la gorge (Serrano, 2000).

La nature des bancs inférieurs à cette couche superficielle sont représentés sur la carte X à la page suivante. Sur le haut du quartier, la roche volcanique est supposée composée principalement de matières éjectées par les éruptions volcaniques, des cendres et des lapilli, billes de très petites dimensions qui sont des conglomérats des cendres volantes. (Informe Técnico de Zonificación del DMQ, 2011 ; Thomas, 2004⁽¹⁾). On peut apparenter cette roche à la *cangagua*, sa formation s'est faite sur du long terme. Les cendres volantes restent un temps dans l'air avant de retomber au sol en s'accumulant et en s'agglomérant à des résidus calcaire et siliceux. Il y a alors un processus de cimentation de ces particules, après un certain temps, les cendres se tassent ce qui crée une roche dure. La *cangagua* est un matériau très résistant dû à sa compaction et sa granulométrie très fine. Il se retrouve sur des épaisseurs assez grandes qui peuvent aller jusqu'à plusieurs dizaine de mètres. C'est un matériau de sol qui possède des bonnes caractéristiques d'un point de vue géotechnique (Custode et al. 1992).

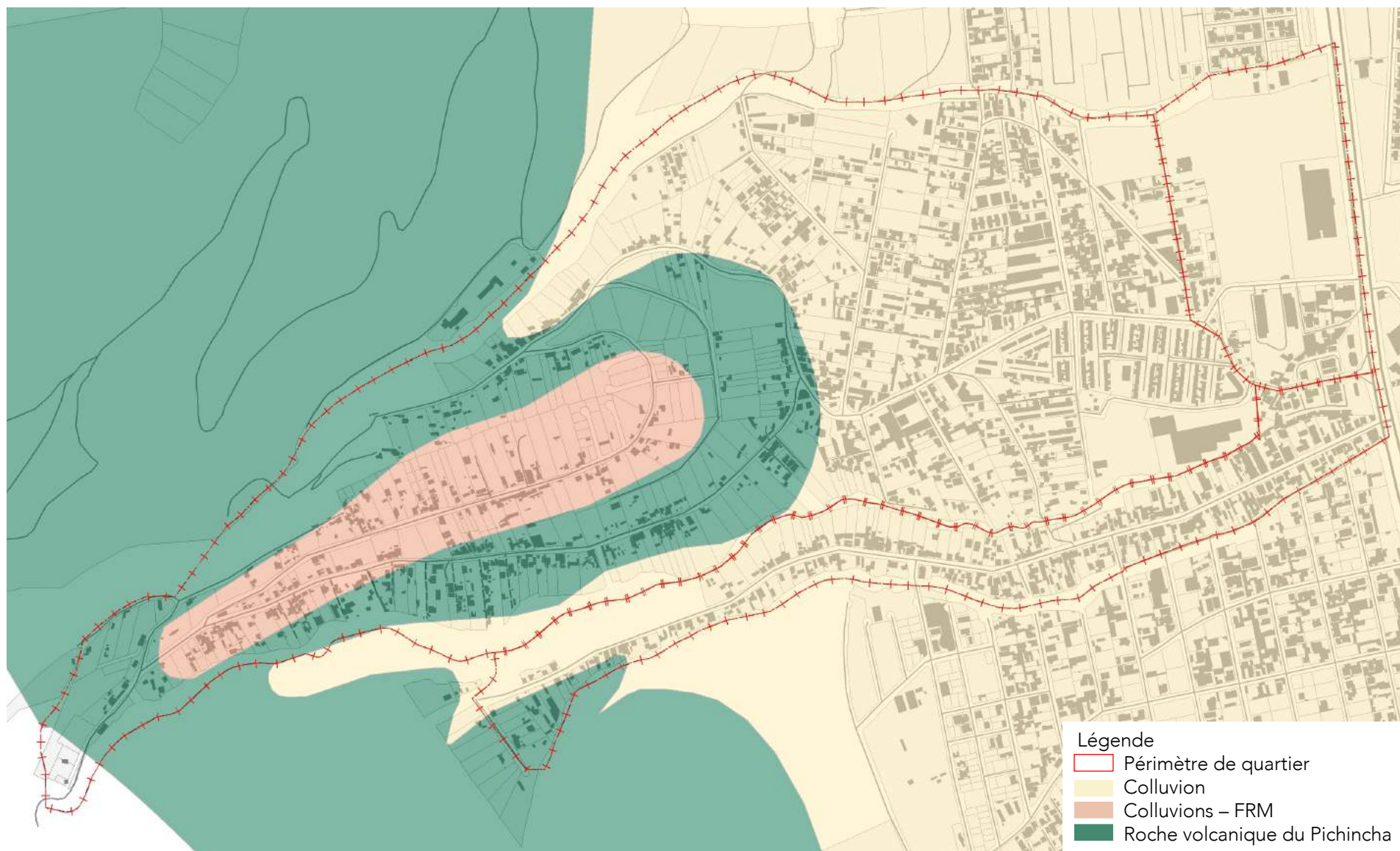
Par contre, il n'a pas une bonne conductivité hydraulique, le ruissellement est donc élevé et l'infiltration dans le matériau est très limitée (Zehetner & Miller, 2006). L'eau attaque alors matériau en surface en l'érodant. Ce phénomène apparaît beaucoup lorsqu'il est exposé aux pluies. Le matériau tel qu'on le trouve dans la région de nos jours est souvent mélangé à du limon ou à du sable ce qui diminue sa résistance. Face aux intempéries dans la région, les sols se dérobent (Custode et al. 1992).

Dans les ravins par exemple, les talus de *cangagua* exposés aux fortes pluies hivernales se dérobent. Ses grains se désagrègent et forment ainsi un fluide qui s'écoule à travers les gorges ce qui peut affecter les constructions des quartiers se trouvant sur les pentes du volcan. On rencontre aussi beaucoup de talus taillés pour construire des routes et maisons. Si le matériau exhibé en surface est la *cangagua*, les risques d'effondrement sont importants.



Illustration 58 – Talus de *cangagua* dans le quartier de La Pulida

(1) Article de Thomas P. (2004) sur le site PlanetTerre : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/img97-2004-10-25.xml>



Carte 24 – Géologie de La Pulida

Glissements de terrain et zones à risque

Si l'on en croit les données officielles de la ville, peu de glissements de terrain ont été recensés dans la zone. Ce qui ne veut pas dire qu'il n'y a eu aucun accident. Ils ne sont pas assez importants pour que la presse les relate ou pour que les autorités locales soient mises au courant par les présidents de quartiers et ne sont pas comptabilisés. Pourtant, les événements sont bien visibles lorsqu'on se promène dans le quartier de La Pulida comme on le voit sur les photos ci-après prises en février 2018. Ces occurrences ne sont pas relevées car elles ont peu voire aucun impact sur les infrastructures du quartier. Pourtant, si un incident minime apparaît, un plus important peut également surgir. Tout le quartier est construit de la même manière, avec des fondations non dimensionnées, voire totalement absentes pour une grande partie des routes et des bâtiments. Des désastres peuvent donc apparaître à tout moment et d'avanagelors de la période hivernale pendant laquelle les pluies sont de plus en plus fortes chaque année.



Illustration 59 – Glissement d'un talus sur la route



Illustration 60 – Glissement d'un talus



Illustration 61 – Glissement e long d'un chemin piéton dans la gorge Habas Corral

Deux événements majeurs sont apparus dans les dernières années dans la zone. On a déjà évoqué l'effondrement de la rue de Ana Maria Bajo de 2017 (Il.62). Cet accident est dû à l'absence de compaction des couches de terrain préalablement aux travaux et l'absence de fondations correctement élaborées pour ce type de sol. Il s'avère que les pavés ont simplement été posés sur la terre damée.⁽¹⁾



Illustration 62 – Effondrement de la route et du patio d'une maison d'Ana Maria Bajo⁽¹⁾

On suppose que des mines pétrolières existent dans le secteur. L'érosion dans le sol a affaibli la résistance des roches et a causé un affaissement en emportant avec elles la route. Deux trous de quelques mètres de diamètre se sont formés dans la rue et un troisième dans la cour d'une maison adjacente. Aussi, un véhicule en circulation devant la maison à ce moment est tombé dans la grande ouverture de la route qui s'est produit subitement. Mis à part l'état de choc du propriétaire de la voiture, les dégâts n'ont été que matériels et restreints, la construction n'a pas été affectée mais tout de même évacuée. La municipalité a mis en place un plan de réduction des risques pour la réparation. (2)

(1) El comercio

(2) Information du journal en ligne Extra Ecuador (<http://www.extra.ec/actualidad/quito-barrioanamarca-calle-hundimiento-afectaciones/FCI163326>)

Le deuxième drame s'est produit dans le haut de La Pulida il y a une dizaine d'années. Une maison située sur un flanc de montagne s'est retrouvée ensevelie suite à un glissement de terrain (Il.63). Après les fortes pluies hivernales de la nuit, la terre n'a pas résisté et s'est écoulée en emportant la maison à deux étages. Ses deux propriétaires, des personnes âgées, ont trouvé la mort dans ce sinistre. (3) Malgré cet accident, la population ne se rend pas compte qu'elle peut connaître la même tragédie ou ferme les yeux sur cette éventualité. Vu le passé de cette zone sinistrée, la parcelle reste libre de construction et le logement adjacent toujours présent est abandonné. Il est partiellement enseveli et la végétation a repris vie sur le terrain.



Illustration 63 – Etat de la maison après le glissement des terres

Après cet événement, un plan pour la gestion des risques a été mis en place dans la zone. Un système de détection de mouvements de terrains est instauré et se constitue d'un capteur qui déclenche une alarme lorsqu'un mouvement de plus de 5mm apparaît dans le sol. Les pompiers sont alors directement avertis et peuvent intervenir suffisamment tôt pour éviter des catastrophes.

(3)<https://www.eluniverso.com/2007/04/24/0001/10/0040CE8B337348B08DFBA4E88D6D5B6C.html>

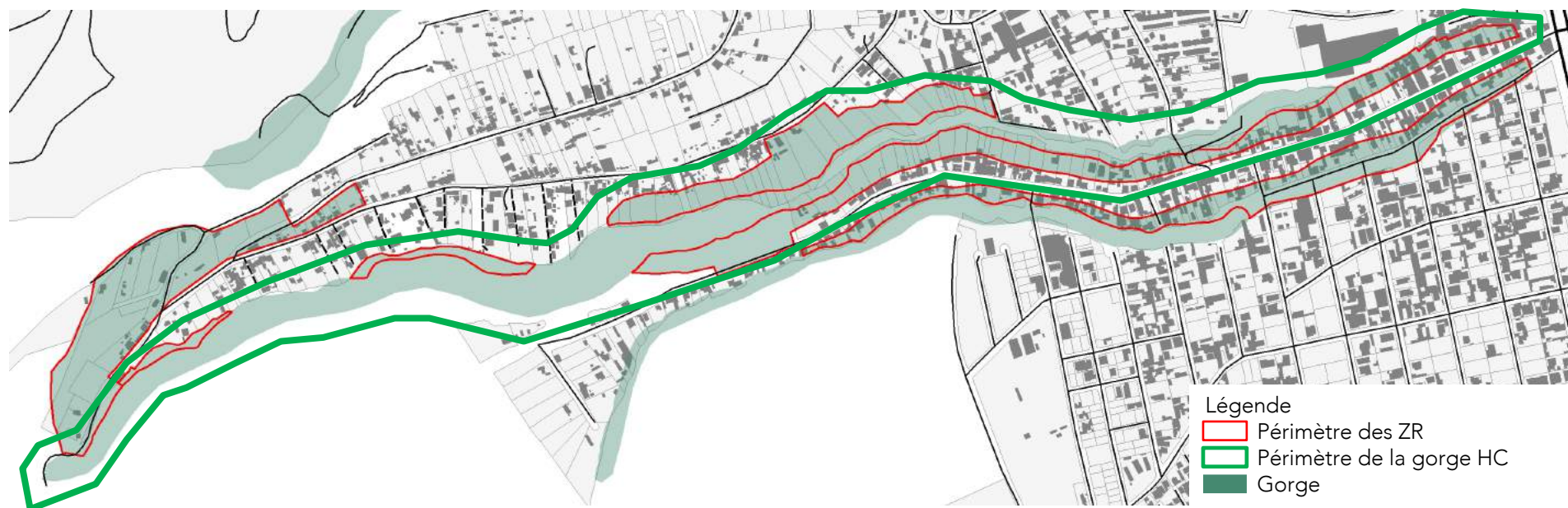
La gorge Habas Corral

Sur la représentation 3D du relief du secteur étudié (II.X p75), les gorges se dessinent très nettement par contraste. Les quartiers sont donc entourés de ravins comme beaucoup d'autres zones de Quito. Cette partie présente une analyse précise de la situation de la gorge Habas Corral.

Elle est entourée par les habitations de La Pulida et Ana Maria bajo. Certains vivent sur les versants de ce ravin et d'autres se sont installés presque dans le fond de la gorge. D'autres encore se sont établis à la limite des zones classifiées de *quebrada* sans penser qu'ils sont toujours en zone de danger potentiel. Dans ces espaces naturels, le risque de voir un glissement de terrain est élevé. Le problème n'est pas l'éventualité de l'accident mais les conséquences qu'il peut avoir sur la population qui installe les cultures et les logements sur les pentes.

Dans la gorge, le glissement de terrain peut apparaître de deux manières, soit un glissement venant du haut de la montagne et qui chemine par les ravins qui peut plutôt s'apparenter à une coulée de boue ou de cangagua désolidarisé. Il peut aussi se manifester plus localement sur les pentes de la gorge.

Ce vallon, contrairement aux autres qui encerclent les quartiers, est accessible par la population. De nos jours, l'espace naturel qu'offre cette gorge est sublime et permet de s'évader du contexte urbain qui est si présent dans Quito. En plus du cadre magnifique qui est illustré sur les photos dans les pages suivantes, les vues depuis les hauteurs de la ville sont saisissantes. Ces deux facteurs sont aujourd'hui primordiaux aux occupants de la gorge. Pourtant, le cœur vert de la gorge a été récupéré il y a peu par des organismes locaux qui ont sensibilisés les habitants de l'importance de la gorge. Elle a été considérée pendant un certain temps comme un espace parfait pour une déchetterie.



Carte 25 – Gorge Habas Corral

- Légende
- Périmètre des ZR
 - Périmètre de la gorge HC
 - Gorge



Illustration 64 – Cadre naturel dans la gorge



Illustration 65 – Vue vers la ville de Quito



Illustration 66 – Installations d'édifices dans et au bord de la gorge

On recense 74 logements à l'intérieur des zones à risques (ZR sur la carte X) de la *quebrada* Habas Corral. Ce dénombrement, déjà élevé, peut ne pas être complet car tous les logements n'apparaissent pas toujours sur les cartes officielles de la ville. Les chiffres présentés dans les paragraphes suivants peuvent donc être légèrement faussés. Les comptes sont réalisés sur base de cartes et des photos prises sur place.

Sur ces 74, onze bâtiments seulement sont dans le secteur de La Pulida et les 63 autres se trouvent dans Ana Maria Bajo. Ce deuxième quartier est presque entièrement édifié dans des zones à risques. Relocaliser l'entièreté d'un quartier est possible techniquement mais pas financièrement notamment. Il est plus intéressant de mettre en place d'autres techniques de réduction des risques pour les constructions qui sont en bon état et qui semblent les plus résistantes et déloger ceux qui sont les plus vulnérables. Ces dernières sont identifiées par le matériau de structure et leur position dans le ravin :

- La Pulida : 1 construction très vulnérable
- Ana Maria Bajo : 13 constructions très vulnérables



Illustration 67 – Exemple de construction très vulnérable dans la gorge



Illustration 68 – Exemple de construction spontanée et très vulnérable en bord de ravin

Outre les habitations, les terrains agricoles présents dans la gorge sont également vulnérables et assez nombreux pour s'en préoccuper.



Illustration 69 – Terrains de culture locale (Source GoogleStreet View, 2014)

Les enquêtes

Résultats des enquêtes

Ménage

Les résultats tirés des questionnaires donnent des informations concernant la composition du ménage et des indications sur la classe sociale des habitants en connaissant par exemple leur niveau d’instruction, leur profession, leur revenu et leurs biens. Ces résultats bruts sont présentés ci-dessous avec, pour chaque résultat, une brève analyse.

Sur les vingt et un ménages interrogés aux portes des quartiers, le ménage moyen se compose de 5 habitants, 3 adultes et 2 enfants. Dans cette communauté, plusieurs familles vivent avec les parents et grands-parents. Sur cet échantillon questionné, 12 familles sont composées de trois adultes ou plus. Ceci pour deux raisons principales, la première est que la famille est très importante pour les équatoriens et il est normal d’accueillir à la maison les parents à partir d’un certain âge ou de ne jamais quitter le foyer familial. La deuxième est une question financière, selon les revenus mensuels de la famille, les pensions de retraite et le coût de la vie. Tous les participants travaillent à temps plein, excepté 5 femmes au foyer (Tableau12). Selon une habitante interviewée travaillant les sept jours de la semaine, il est indispensable de travailler pour vivre.

Femme-homme au foyer	4
Employé	3
Ouvrier/agriculteur	1
Vendeur	6
Directeur/Associé	1
Autres (indépendants)	6

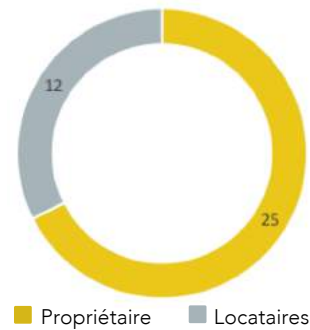
Tableau 12 – Nombre d’habitants par type d’emploi

Le salaire mensuel minimum calculé en 2018 s’élève à 386\$. D’après les résultats sur l’échantillon retenu, 35% de la population gagne le salaire minimum, 25% gagne plus et 40% gagnent moins.

L’école en Équateur est obligatoire jusqu’à l’équivalent de la 4^{ème} secondaire en Belgique, c’est à dire jusque 16 ans. Une grande partie de la population n’a pas terminé les secondaires mais a tout de même le diplôme de primaire. Environ la moitié de ceux qui sont allé à l’école sont qualifiés à un niveau secondaire (Tableau 13). Ceci nous informe qu’ils ont une instruction de base.

Aucun diplôme	3
Primaire	7
Secondaire	8
Université/Ecole supérieure	3

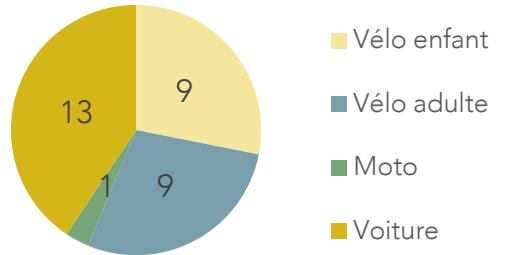
Tableau 13 – Nombre d’habitants par niveau d’éducation



Graphique 1 – Propriétaire et locataires

Dans le dernier point de cette partie, l’échantillon de répondant est de 37, comprenant les participants de la table ronde et ceux des questionnaires individuels. On comptabilise la possession des biens immobiliers et matériels, précisément les véhicules privés. Tout d’abord, les propriétaires des habitations nous ont souvent confié qu’ils ont construit eux-mêmes la maison dans laquelle ils vivent. Cette information est importante car elle confère un sentiment d’appartenance au quartier.

On voit ensuite qu’un tiers des répondants possède une voiture personnelle. Ce qui est étonnant vu le discours entendu par la suite sur les façons de se déplacer dans la zone.



Graphique 2 – Véhicules personnels

Logements

Une première analyse visuelle et contextuelle a été réalisée lors d’une visite sur le site afin d’avoir un premier aperçu du quartier. Lors de cette première inspection de la zone, on a une vision de l’ensemble comme étant un quartier modeste mais pas défavorisé. Une grande partie est consolidée et est aménagée avec les infrastructures publiques basiques.

Plusieurs type d’habitations s’élèvent sur le versant du volcan. En effet, dès l’approche des quartiers on aperçoit deux grandes tours de treize étages qui marquent l’entrée de El Pedregal et donc de La Pulida. Le reste de la zone est principalement constituée de maisons individuelles ou mitoyennes de quelques étages avec des matériaux et des volumétries distinctes bien qu’on identifie clairement une majorité réalisée en béton.



Illustration 70 – Trafic routier dans le bas de El Pedregal

L’ensemble des logements du quartier n’a pas été répertorié car il était difficile d’accéder à certaines rues et parties de rue. Ces zones inaccessibles sur place ont été complétées à l’aide de GoogleStreet View mais il faut savoir que l’ensembles de constructions des quartiers n’est pas recensé. L’inventaire qui suit compte 922 habitations.

Les matériaux de construction dans le quartier sont classés dans le tableau ci-dessous. La plupart des constructions sont bâties en béton ou en briques, matériau fabriqué dans le quartier de La Pulida. Certaines sont mixtes mais les différencier depuis la rue n’est en général pas possible. On voit d’après les résultats du recensement qu’une partie est notamment constituée de tôles métalliques pour la toiture. Très peu sont des agencements entiers de tôles avec quelques poteaux ou planches de bois pour tenir le tout. Enfin on rencontre deux maisons en adobe. Aucune construction en bois n’existe dans le quartier, c’est un matériau habituellement peu utilisé à Quito.

Enfin environ 62% sont informelles, elles ne possèdent pas de permis de construire et n’ont officiellement pas d’existence.

Béton et ou Briques de terre crue	746
Béton et taule métallique	172
Tôle métallique et bois	2
Adobe	2

Tableau 14 – Trafic routier dans le bas de El Pedregal

Au sein des quartiers, on rencontre plusieurs volumétries, des maisons en tôle ou en béton sur un seul niveau, des maisons à un, deux ou trois étages et des petits immeubles jusqu’à quatre étages maximum. Les logements sont identifiés selon leur nombre d’étages sur le plan X à la page suivante. Presque toutes les maisons ont une ou plusieurs terrasses en balcon ou en toiture. Cela donne parfois des volumétries particulières. Des exemple de tout ceci se trouvent dans la suite.



Illustration 71 – Construction en béton



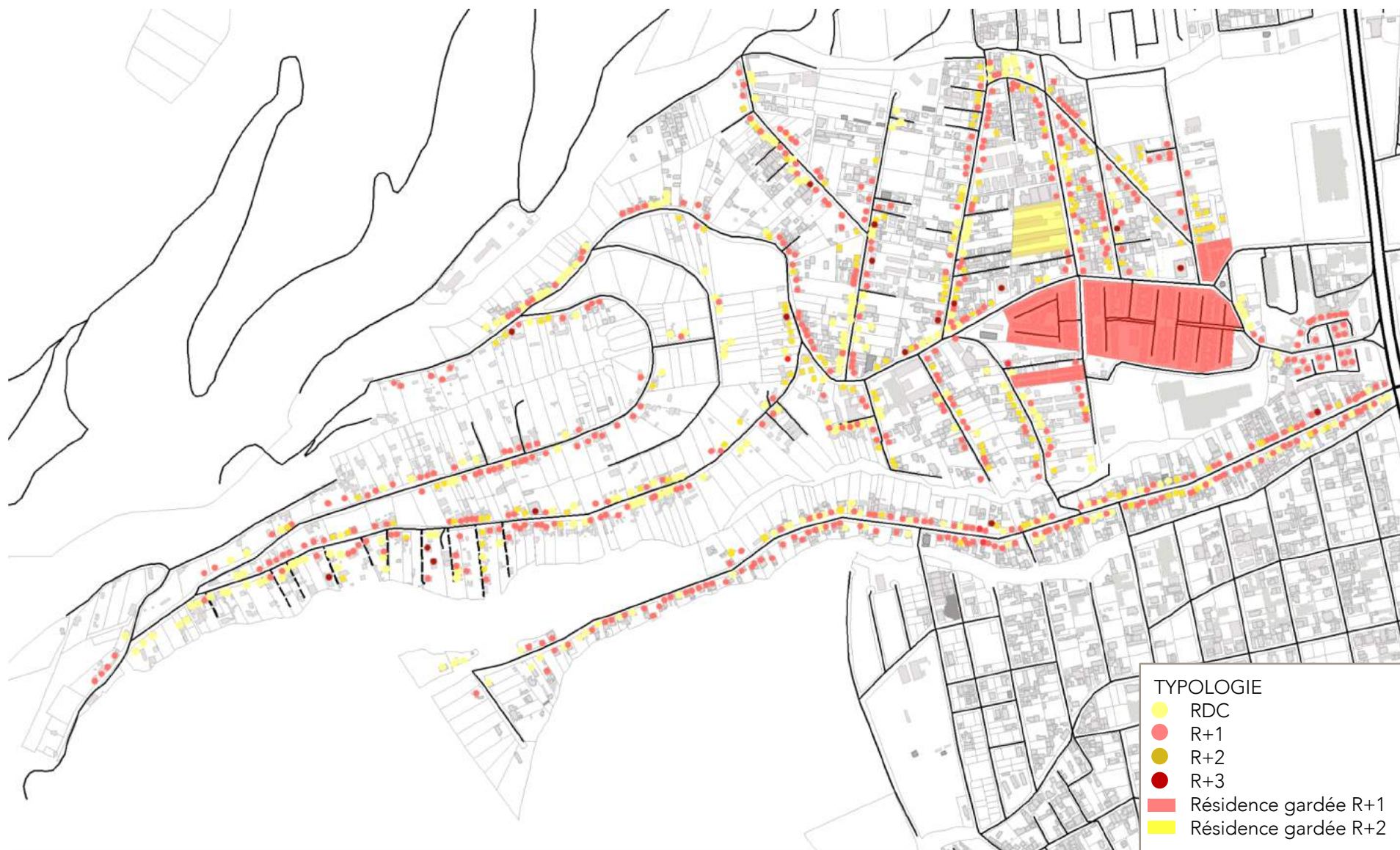
Illustration 73 – Construction en Taule métallique



Illustration 72– Construction en béton et taule métallique



Illustration 74 – Construction en adobe



Carte 26 – Typologie du bâti



Illustration 75 – Typologie RDC



Illustration 77 – Typologie R+2

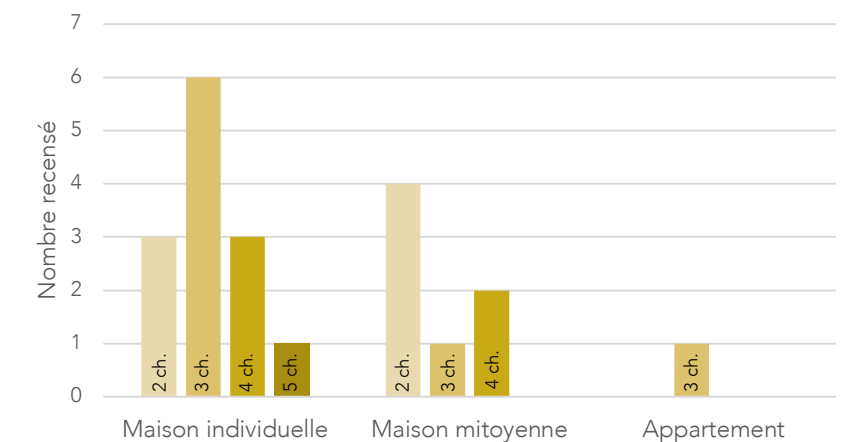


Illustration 76 – Typologie R+1

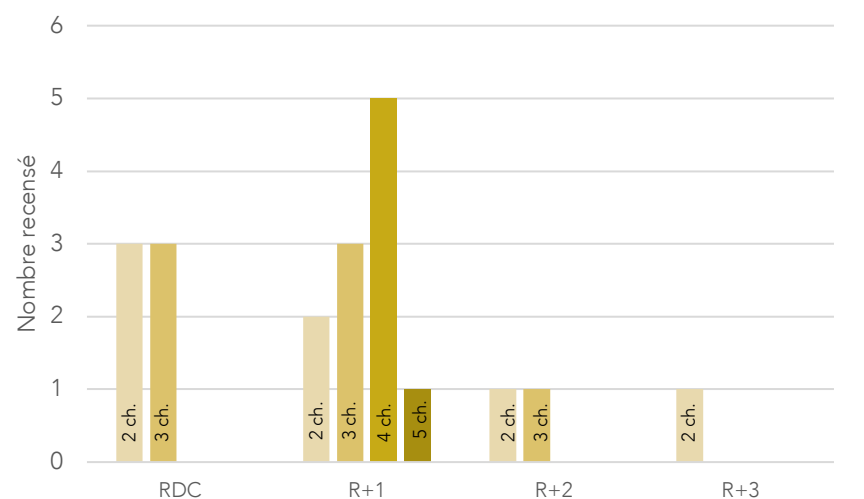


Illustration 78– Typologie R+3

D'après les résultats des enquêtes, sur l'échantillon des 21 personnes interrogées à leurs portes, on constate une majorité de maisons individuelles et de maisons établies sur deux niveaux (R+1).



Graphique 3 – Résultats d'enquête : nombre de chambres par type de logement



Graphique 4 – Résultats d'enquête : nombre de chambres par typologie

Dans l'inventaire des quartiers, on remarque que la plupart des constructions sont isolées (443 constructions) par une cour, un porche ou simplement le terrain. Dans le bas des quartiers, surtout de Ana Maria Bajo, se trouvent plus de maisons mitoyennes ou semi-mitoyennes (424) que des appartements (55). Ces derniers sont souvent des nouvelles constructions.

	Inventaire	Enquête
Maisons individuelles	48 %	62 %
Maisons mitoyennes	46 %	33 %
Bloc d'appartements	6 %	5 %
TOTAL	922 constructions	21 constructions

Tableau 15 – Comparaison des résultats de l'inventaire et de l'enquête : Types d'habitation

Dans ce cas, l'échantillon n'est pas représentatif de la population et nous considérons dans le reste du travail les résultats des analyses de terrain plutôt que ceux des enquêtes.

Ensuite, la même comparaison est effectuée pour la typologie selon le nombre d'étages dans les habitations.

	Inventaire	Enquête
RDC	28 %	30 %
R+1	48 %	55 %
R+2	18 %	10 %
R+3 (ou plus)	6 %	5 %

Tableau 16 – Comparaison des résultats de l'inventaire et de l'enquête : Typologie

Les réponses de l'enquête sont plus réalistes pour cette donnée. Cependant tous les résultats donnent une idée de l'organisation interne des logement selon la typologie

Déplacements quotidiens

Dès la première visite dans le quartier, on décèle la présence de piétons et taxis dans les rues de La Pulida et El Pedregal (Il.79). Dans ce dernier, ce sont les voitures privées qui sont les plus présentes. La cause en est la localisation de l'Agence Nationale de la Circulation Routière. Assurément ce sont principalement des clients de celle-ci et des services de mécanique automobile de El Pedregal et non des habitants de la zone. Les visites des clients dans ces lieux causent des embouteillages au quotidien à l'entrée de El Pedregal. Dans le reste du quartier, les voitures privées se font plus rares.

Les autobus sont tout aussi rares, et ne passe que toutes les 30 à 40 minutes. À pied, il faut compter un peu moins d'une heure pour monter depuis l'avenue Occidentale au dessus de La Pulida. Malgré le passage faible des transports en commun, ils ont l'avantage de desservir l'ensemble de La Pulida et El Pedregal.



Illustration 79 – Trafic routier à l'entrée de El Pedregal

Il semble y avoir moins de trafic automobile dans le troisième quartier, Ana Maria Bajo. C'est la mobilité piétonne qui prime dans cette zone, on y voit peu de véhicules et de taxis y circuler. De plus, aucun bus ne passe dans la rue, excepté sur un tronçon de moins de 500 m à certains moments de la journée. La plupart du temps, les rues paraissent désertes de véhicules (Il.80). C'est donc le plus souvent à pied ou en taxi que les habitants atteignent le haut de la rue depuis l'avenue Occidentale.



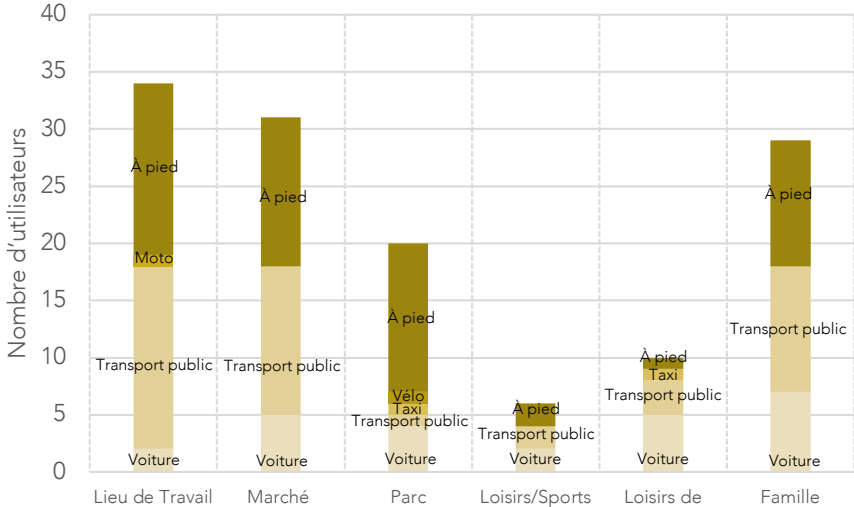
Illustration 80 – Rue déserte de Ana Maria Bajo, Calle Cesar Villacres

Toutes ces premières impressions de prise de contact avec le site d'étude se sont confirmées par les discussions avec les habitants lors des enquêtes. Des informations complémentaires ont été apportées lors de ces interviews notamment sur la raison de voir autant de taxis dans des quartiers infortunés. Cela s'explique simplement, d'après les habitants, par le manque de passage des autobus dans les quartiers et par le dénivelé important. Les déplacements à pied dans la zone ne sont pas aisés et les habitants sont dans certains cas obligés de prendre un taxi pour éviter une attente trop longue. Une coopération de taxis s'est implantée à l'entrée de l'Agence National de Circulation Routière dans le bas de El Pedregal. Elle permet ainsi de proposer à tout moment de la journée un transport pour monter dans les quartier alentours.

Dans la suite sont présentés les résultats bruts des interrogatoires individuels ainsi que ceux de la table ronde. Les résultats s'évaluent donc sur l'échantillon total de 37 personnes.

Le but de l'enquête est de savoir comment et pendant combien de temps les gens se déplacent au quotidien, leur destination et la fréquence. Avec ces questions on peut avoir un aperçu de leurs habitudes de mobilité. La finalité de cette recherche est de pouvoir étudier ce schéma de mobilité pour proposer un projet de relocalisation adapté aux habitants et à leurs routines. Les questions se sont axées sur les mouvements entre leur foyer et la localisation des lieux de destinations quotidiennes. Ces lieux sont :

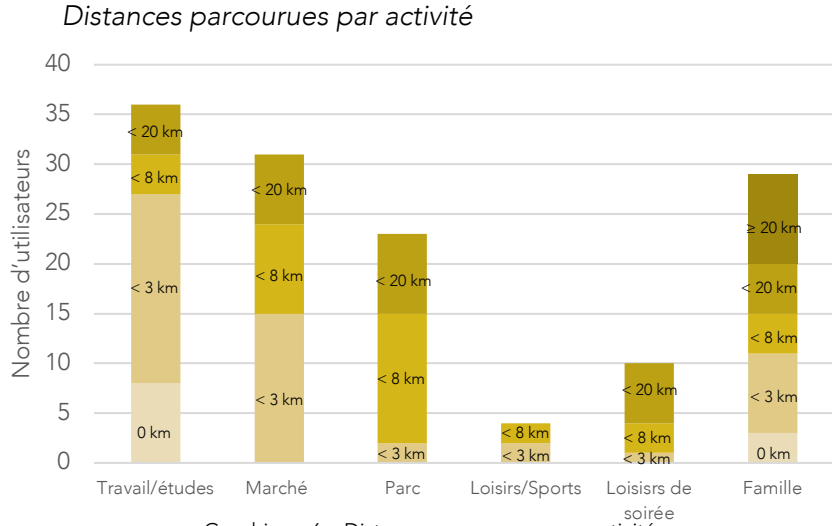
- Le lieu de travail
- Le marché
- Le parc
- Les centres de loisirs ou de sports
- Les endroits de sorties nocturnes
- La famille



Graphique 5 – Transports par activités

Il faut savoir que 10 habitants interrogés sur les 37 possèdent un permis de conduire propre tandis que 13 ménages ont une voiture à la maison et un seul a une moto. Enfin, 9 familles sur 21 ont minimum un vélo adulte ou enfant.

Le Graphique 5 montre les résultats pour les moyens de transports utilisés par les habitants selon leurs activités. On note clairement que ce sont les transports publics et la marche à pied qui mènent majoritairement les habitants à leurs destinations. La voiture privée est le troisième mode de déplacement utilisé. Contrairement à l'idée que l'on a lors de la visite, le taxi n'est que très rarement emprunté pour se déplacer, cela confirme qu'ils ne sont utilisés que localement pour rentrer chez soi depuis l'avenue Occidentale pour éviter de monter à pied tout le quartier ou d'attendre le bus pendant trop longtemps. Environ la moitié des habitants interrogés individuellement possèdent au moins un vélo à la maison. Pourtant celui-ci n'est pas utilisé pour les trajets à plus longue distance et même très peu employé en général selon les données récoltées.



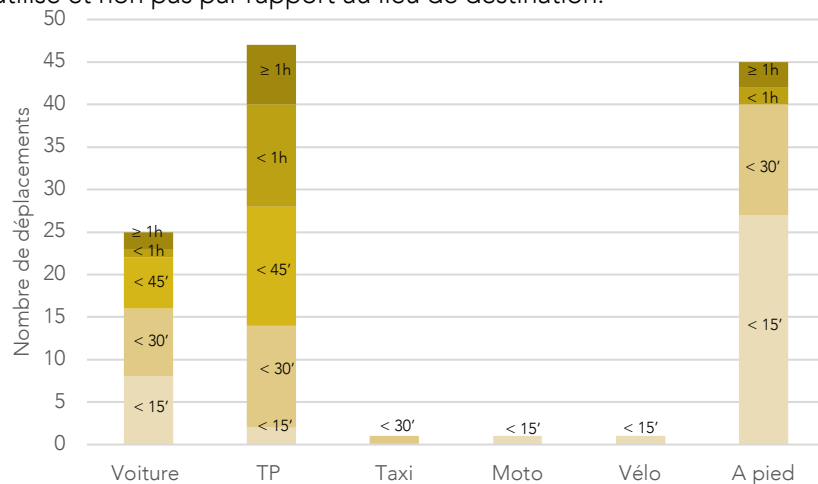
Graphique 6 – Distances parcourues par activités

Le Graphique 6 présente les distances parcourues pour chaque destination. Les résultats montrent que les distances domicile-travail sont assez variées. Les travailleurs restant à la maison (0km) ont leur affaire sur place. Les autres se déplacent dans un rayon de quelques kilomètres en majorité. Aucun habitant ne fait une distance de plus de 20km.

Pour aller au marché, ils réalisent des parcours assez courts dans le voisinage et alentours. De même pour les visites au parc qui se font principalement dans un rayon de moins de 8km. Les seuls trajets de plus de 20km sont destinés aux visites familiales dont certaines habitent à des centaines de kilomètres de Quito. Les familles sont réparties dans la ville et sur le continent.

Temps de déplacement par transport

Le Graphique 7 montre le temps que les habitants mettent pour aller à chaque activité. On étudie les durées selon le moyen de transport utilisé et non pas par rapport au lieu de destination.



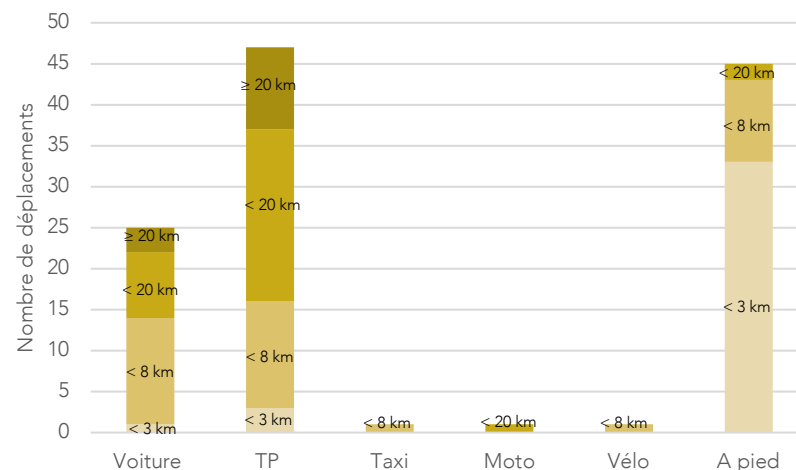
Graphique 7 – Temps de déplacement par transport

On avait déjà constaté sur le Graphique 5 de la page précédente que les transports en commun et la marche à pied ainsi que la voiture étaient les modes de transport principaux. Ce qui se confirme sur ce graphique car seuls un trajet en taxi, un à moto et un à vélo sont comptabilisés dans les résultats.

La voiture privée est utilisée pour tous les types de trajets, les courts et les plus long. Ils font en général des déplacements plutôt réduits, soit moins de trois-quarts d'heure de route.

Dans le même cas de figure, les autobus sont empruntés pour tous les trajets peu importe le temps. On voit que si le temps de déplacement est de moins de quinze minutes, ce mode de transport est peu utilisé. Dans ce cas, on peut supposer que le moyen de transport utilisé, entre la voiture et les bus ne dépend pas du temps mais d'autres facteurs tel que le coût de chacun.

Finalement, la marche à pied est presque autant pratiquée par les habitants que l'utilisation des transports publics, avec respectivement 45 et 47 trajets recensés dans les enquêtes par rapport à 25 trajets achevés en voiture.



Graphique 8 – Distances de déplacement par transport

Toutefois, pour cette méthode de déplacement, le temps semble avoir de l'importance car près de 90% des parcours piétons durent moins d'une demi-heure. On peut donc supposer que les habitants qui prennent le bus pour de plus longues distances et donc de plus longs trajets réalisent les trajets courts en marchant.

Les deux moyens de transport sont donc complémentaires pour effectuer les trajets selon la distance et le temps de déplacement. On voit clairement l'analogie sur les deux graphiques 7 et 8 ci-avant.

Relocalisation

Comme expliqué dans les parties précédentes, la relocalisation est un concept complexe prenant en jeu un grand nombre de paramètres. Avec les habitants du quartier, ce sujet est sensible et ne doit pas être abordé trop brutalement. Parfois, certains ne veulent même pas répondre. Par exemple, à la question *De manière générale, êtes-vous d'accord de vous déplacer à un endroit moins exposé aux risques pour votre logement?*, les personnes qui pensent ne pas vivre dans une zone à risques de glissement de terrain n'y répondent pas. Il faut alors leur expliquer à nouveau la situation et le contexte dans lequel ils vivent. Ces personnes répondent alors souvent par la négative.

Pour aborder le sujet, on explique pourquoi une relocalisation serait intéressante dans le quartier et ce que cela leur apporterait. Les premières questions s'intéressent aux services et activités manquantes dans les quartiers. Le nuages de mots de l'illustration 81. montre les réponses récurrentes. Les mots *Pharmacie* et *Hôpital* font partie des trois qui reviennent le plus régulièrement dans les interrogatoires. On peut supposer que l'âge de la population augmentant, ces services deviennent de plus en plus nécessaires. Bien qu'il n'y ait aucune pharmacie dans aucun des trois quartiers, il y a un centre de santé dans La Pulida. Cependant, d'après les habitants, le service est mauvais car en manque de matériel et de médecins disponibles. Le temps d'attente est long mais reste plus rapide que de se rendre à un autre hôpital public mieux équipé.

En seconde position, on voit les mots *Maintenance et amélioration des rues*. Ce qui est reproché c'est la qualité médiocre des rues qui ont régulièrement des nids de poules, des fissures et des affaissements. De plus, ils demandent une signalisation plus complète et des casse-vitesses plus fréquent et enfin, une amélioration et uniformisation des trottoirs par la ville ou des sanctions de sa part aux propriétaires qui ne les entretiennent pas, sont également souhaitées.

Enfin, la demande d'un parc public, d'un supermarché et d'un passage plus fréquent et régulier des autobus vient compléter la liste.

Maintenance/amélioration des rues

Maison de quartier

Parc public

Club de sport

Pharmacie

SUPERMARCHÉ

Centre de massages

Garderie pour enfants

Hôpital local

Légalisation des terrains

Liaisons routières

Librairie

AMÉLIORATION DES TP

Illustration 81 – Nuages de mots des activités manquantes d'après les habitants

Une autre question concernant un marché local est formulée et la réponse est souvent favorable à voir s'installer un marché de quartier. À 30 retours positifs sur les 37 habitants interrogés, il serait intéressant car les marchés auxquels ils se rendent, les grands marchés de Quito pour la plupart, sont à un dizaine de km. De plus, plusieurs agriculteurs vivent et produisent dans le quartier, ce serait alors une opportunité supplémentaire pour eux de vendre leurs récoltes et pour les habitants de consommer local.



Illustration 82 – Champ de maïs dans La Pulida

Ces premières questions mettent le participant en confiance et lance une réflexion, elles amènent des idées dans l'esprit des interviewés.

Après cette approche, on interroge sur la relocalisation en elle-même. En ayant d'abord parlé des possibilités d'améliorer le quartier en amenant des nouvelles fonctions avec un projet de relocalisation, les habitants sont plus ouverts à la discussion de ce sujet et les réponses peuvent changer par rapport aux idées initiales sur une réinstallation éventuelle.

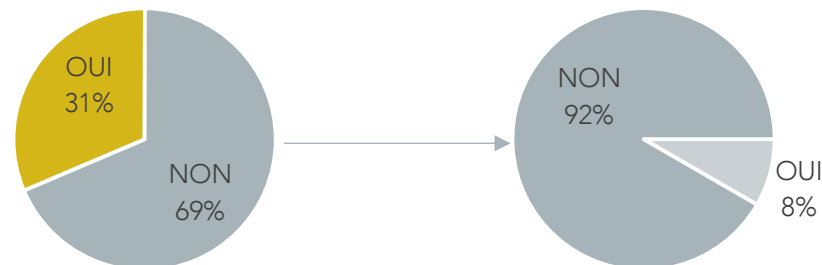
Les questions posées sont les suivantes :

- A. De manière générale, êtes-vous d'accord de vous déplacer à un endroit moins exposé aux risques pour votre logement ?
1. Si OUI, où iriez-vous vivre ?
 2. Si NON, vous déplaceriez-vous avec une compensation financière ou matérielle ?
- B. Iriez-vous vivre dans le nouveau secteur de El Pedregal (voir carte (II.X)) ?



Illustration 83 – Zone de relocalisation des zones à risques du quartier

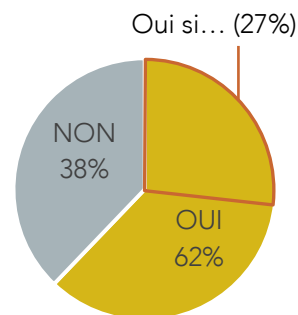
Les résultats de la première question et de sa deuxième sous question, en cas de réponse négative, sont les suivants.



Graphique 9 – Réponses à la question A. et A.1.

Plus de deux tiers des 37 interrogés ne souhaitent pas se déplacer, peu importe les conditions de risques dans lesquelles ils vivent. De cette grande part qui resterait sur place, presque la totalité ne changerait pas d'avis malgré une compensation de la part de l'état. Ils justifient leur choix :

- Taille du terrain : leur parcelle actuelle est plus grande que ce qu'on leur proposerait ;
- Attachement : beaucoup ont construit leur maison eux-mêmes ;
- Environnement : les habitants de la gorge vivent dans un environnement verdoyant, naturel avec un paysage et des vues spectaculaires.



Graphique 10 – Réponses à la question B.

À la deuxième question, les résultats sont inversés, deux tiers des habitants accepteraient de vivre dans le secteur proposé. Cependant, un peu moins de la moitié des OUI déménagerait à condition d'avoir un terrain de la même surface que ce qu'ils ont actuellement. D'autres nous disent qu'après réflexion, ils le feraient pour la sécurité de leurs enfants et petits-enfants plus que pour la leur. Il y a donc une prise de conscience lors des discussions.

Discussion des résultats

Dans cette section, nous allons comparer et analyser les variables concernant les déplacements, entre elles et avec celles des autres champs d'étude de l'enquête. Le but étant de trouver des relations entre les facteurs de l'enquête pour en discuter et tirer des conclusions. Nous allons mettre en parallèle les données suivantes avec les informations sur la mobilité :

- Le moyen de transport et le revenu mensuel ;
- La perception des temps de trajets selon le moyen de transport.

Établir des liens entre les moyens de transports et les autres variables nous permet de déterminer

si ils sont utilisés par choix et par facilité ou par obligation financière. On peut aussi avoir une idée de la qualité des trajets pour chaque transport selon les ressentis des habitants sur la mobilité.

Ensuite nous allons analyser les réponses aux questions sur la relocalisation pour comprendre pourquoi la majorité des citoyens n'accepte pas de déménager en zone hors de danger. Les entretiens nous permettent d'en discuter et d'avoir certaines réponses. Ici, on cherche à obtenir des résultats factuels pour les quartiers. Les corrélations sont les suivantes:

- Acceptation de la relocalisation selon le revenu mensuel ;
- Acceptation de la relocalisation selon la distance au lieu de travail ;
- Acceptation de la relocalisation selon les liens familiaux ;
- Acceptation de la relocalisation selon le logement.

Les relations éventuelles avec la relocalisation aident à appuyer les choix d'un projet et d'orienter sa conception. Comprendre la façon de vivre de la population et ses habitudes permet de changer les intentions d'un plan de relocalisation pour qu'il soit en adéquation avec les coutumes et le mode de vie d'une population. L'objectif principal est, en effet, d'adapter l'architecture et l'urbanisme à la population et à la culture de la zone à risques selon sa position sur le globe.

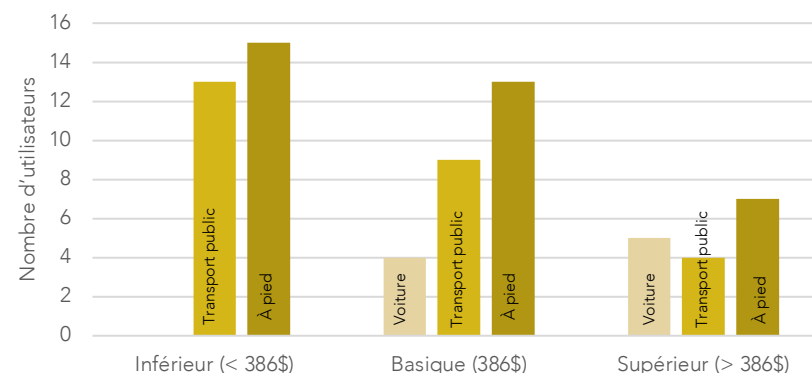
Moyen de transport et revenu mensuel

L'étude brute des données sur les déplacements révèle les **transports** les plus employés par la population, soient la marche, les transports publics et la voiture, **le temps de parcours** et **la distance** sont étroitement liés. Nous allons donc voir comment la population se déplace via chacun de ces moyens de transport selon le montant mensuel qu'ils perçoivent.

	< Salaire minimum	Salaire minimum (386\$)	> Salaire minimum
Nombre d'habitants	15	13	9

Tableau 17 – Nombre d'habitants interrogés par catégorie de revenu mensuel

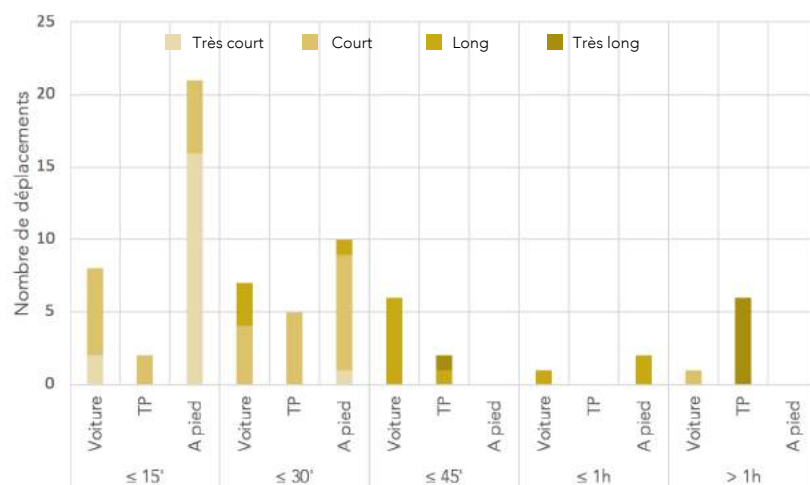
La première conclusion à tirer est que les participants qui ne bénéficient pas du solde mensuel minimum n'utilisent jamais la voiture pour leurs déplacements. On voit aussi que le nombre d'utilisateurs effectuant des trajets en transports publics et à pied diminue avec le salaire. La tendance est inversée pour les trajets avec une voiture personnelle. On peut émettre l'hypothèse que l'usage du moyen de transport est un choix d'ordre financier.



Graphique 11 – Nombre d'utilisateurs des transports par catégorie de revenus mensuels

Perception des temps de transport

Ci-dessous, sont exposés les résultats de la vision des habitants selon le temps de trajet pour chaque mode de transport fréquemment utilisé. Cela permet d'évaluer la rapidité des voyages et des différents types de transport. De plus, on peut connaître le ressenti des habitants sur la durée du trajet. Les résultats peuvent également nous donner une indication supplémentaire sur la raison de l'utilisation des moyens de transport.



Graphique 12 – Perception des durées dans les transports

Le plus grand nombre de trajets réalisés par les citoyens sont assez rapides que ce soit en voiture, en autobus ou à pied. On constate sur le Graphique 11 que la plupart durent moins de trente minutes pour un déplacement. Ce temps de trajet paraît être convenable, voire court pour les utilisateurs et ce, peu importe le moyen de déplacement. Pour les parcours de courte durée (≤ 15 minutes), les habitants circulent plus à pied qu'en bus et les trajets leur semblent même plus courts. On peut supposer que cette impression de rapidité de déplacement est due au temps d'attente qui n'existe pas lors de la marche à pied. Après plus de 15 minutes, la marche à pied est toujours plus employée que les transports publics mais cette fois-ci la perception est la même.

À partir de plus de trente minutes de trajet, on constate deux choses principales. D'abord que le nombre de voyages diminue fortement et ensuite que la perception change, les trajets donnent l'impression d'être longs selon les usagers. Les habitants se déplacent donc selon le temps de trajet et choisissent donc probablement leur destinations pour ne pas circuler trop longtemps. Pour les destinations qui prennent un peu plus de temps à être atteintes, soit jusqu'à 45 minutes, c'est la voiture qui est plus utilisée à défaut des transports publics et de la marche.

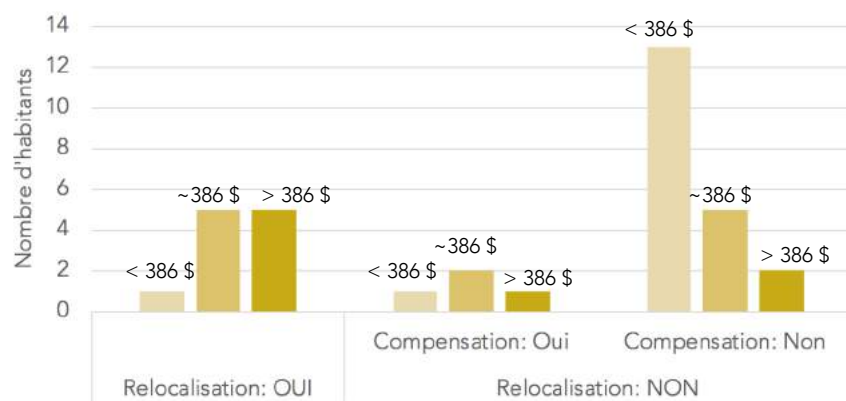
Logiquement on s'attend à voir le même schéma pour des trajets d'une heure et plus. Pourtant on voit un pic de 6 trajets effectués en transports en commun lorsque le voyage dure plus d'une heure par rapport à un seul déplacement en voiture. On peut donc appuyer l'hypothèse précédente: l'utilisation de la voiture est un choix financier que seules les personnes d'un certain niveau socio-économique peuvent se permettre.

En Équateur, les trajets en bus sont réellement peu coûteux mais prennent en général le double du temps par rapport à un trajet en voiture. Dans la dernière catégorie des trajets de plus d'une heure, l'utilisateur du véhicule privé estime un tel trajet court tandis que les six voyageurs en transports en commun l'estiment très long. De plus, le confort n'est pas toujours optimal dans ce type de transport public. Ce sont avec ces arguments qu'on affirme l'hypothèse.

Tout de même, il faut étudier ces données avec objectivité car, la perception n'est pas un critère absolu qu'on peut quantifier car elle est propre à chacun. De plus, toute la population n'utilise pas les trois moyens de transport. Leur impression du temps de déplacement n'est donc pas comparable dans tous les cas car ils ne peuvent pas évaluer les temps dans chaque transport. Dès lors, il faut analyser ce point de l'étude en prenant en compte l'hétérogénéité de la population et de ses accès aux moyens de transport.

Acceptation de la relocalisation selon le revenu mensuel

Dans les trois prochaines sections de l'étude, on étudie les données socio-économiques de la population, la mobilité et la durée d'installation dans le quartier. On recherche des explications sur les raisons des habitants à accepter ou non d'être relocalisés.



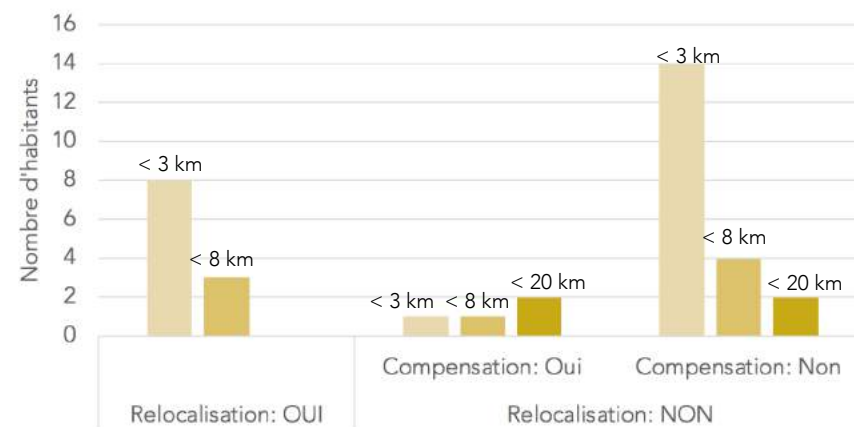
Graphique 13 – Relocalisation admissible ou non selon le revenu mensuel

Les résultats des 35 habitants interrogés vivant dans les zones à risques des quartiers sont exposés sur le Graphique 12. Il montre que les habitants recevant minimum le salaire de base ont des avis distincts sur la possibilité d'être relocalisés. Ensuite, dans cette catégorie socio-économique, ceux qui refusent d'emblée de se réinstaller dans une autre zone, la compensation financière ou matérielle proposée n'influe pas beaucoup sur la décision.

En revanche, parmi les habitants dont le revenu est inférieur au salaire minimum, presque la totalité exprime un refus total à la relocalisation. Leur proposer une compensation quelle qu'elle soit ne semble pas changer leur décision. Le revenu mensuel a donc une incidence sur l'accord de se mouvoir sur un site en sécurité de glissement de terrain.

Acceptation de la relocalisation selon les lieux de travail

L'emploi étant une réelle nécessité pour pouvoir vivre d'après les résultats bruts étudiés précédemment, on cherche à savoir si la distance au travail a une influence sur la décision de relocalisation. En effet, les habitants peuvent vouloir rester proche de leur emploi.



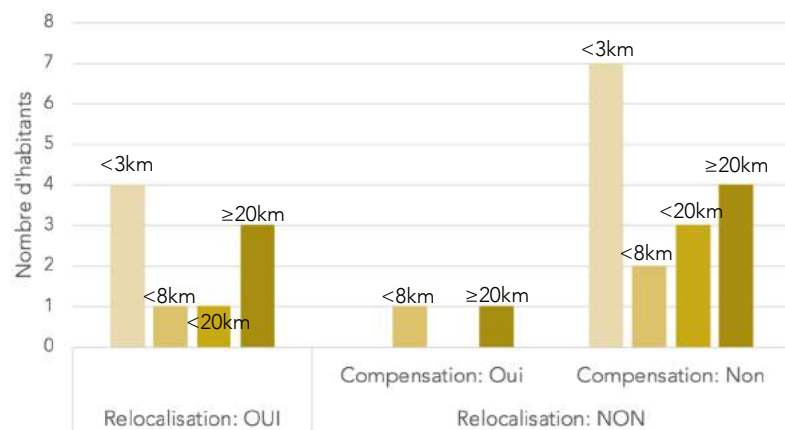
Graphique 14 – Relocalisation admissible ou non selon la distance au lieu de travail

La première information à rappeler est que 8 habitants sur les 37 travaillent chez eux et 19 autres dans le quartier, c'est-à-dire à moins de 3km du domicile. Ce sont ces habitants qui sont majoritairement contre la relocalisation. Tandis que lorsque les distances pour arriver sur le lieu de l'emploi sont de 8km ou plus, les avis divergent et aucune tendance ne se dessine.

Cinq sur les huit travailleurs à la maison sont favorables à la relocalisation. Déménager ne les empêche pas de continuer à travailler car le travail les suivra dans leur nouvelle habitation. D'un autre côté, ceux qui se déplacent pour travailler dans un rayon proche de leur domicile ne veulent pas être déplacés car cela implique probablement dire s'éloigner de leur lieu de travail. Cette nouvelle distance peut changer toute l'organisation familiale et la façon de se mouvoir.

Acceptation de la relocalisation selon les liens familiaux

Le but de cette partie est d'évaluer l'influence des liens sociaux et particulièrement des relations familiales sur la décision de se relocaliser. On détermine ceci avec les distances du domicile à la maison familiale et de la volonté de faire partie d'un projet de relocalisation. Comme les autres études avec les distances, on part avec l'idée que les habitants vivant à proximité de leur famille ne voudront pas bouger.



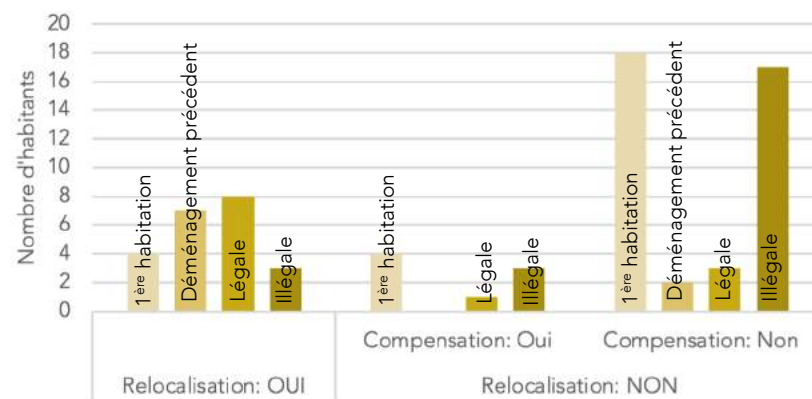
Graphique 15 – Relocalisation admissible ou non selon les distances à la famille

Le Graphique 13 expose les résultats des réponses. Celles des habitants dont les familles vivent dans le quartier sont tranchées et aux antipodes. La moitié est favorable à se relocaliser et l'autre moitié est clairement contre l'idée même avec des dédommagements. On complète l'information en expliquant que 5 sur les 7 qui ne veulent pas déménager vivent avec leur famille.

Pour tous les autres qui se déplacent actuellement pour rendre visite aux familles, les réponses sont réparties bien qu'il y ait toujours une majorité en défaveur de la relocalisation.

Acceptation de la relocalisation selon le logement

Enfin, on observe les réponses des habitants pour les questions de relocalisation selon le type de logement dans lequel ils vivent. On regarde d'abord si c'est leur première habitation et donc s'ils l'ont faite construire et ont un attachement particulier, et ensuite si ils ont un permis de construire pour le logement.



Graphique 16 – Relocalisation admissible ou non selon le type de logement

Les habitants qui n'ont vécu que dans une maison d'un des quartiers sont en général défavorables à la relocalisation. Les autres sont plutôt partisans de la relocalisation car ils ont déjà connu d'autres domiciles et ont un attachement moins fort à celle de La Pulida et Ana Maria Bajo.

Étonnamment, les propriétaires des maisons illégales ne veulent pas, pour la plupart, quitter leur habitation. Notons dans ce cas, qu'illégal ne veut pas dire insalubre et sans service basique. Mais on pourrait penser qu'ils seraient intéressés d'avoir une maison en ordre de permis. Inversement, ceux qui en possèdent un sont majoritairement pour la relocalisation. Ceci confirme que c'est l'attachement à l'habitation qu'ils favorisent devant la légalité et le risque.

Conclusion des résultats

Il faut d'abord rappeler que ce sont les facteurs socio-économiques qui influencent les avis et la manière de vivre des habitants et qui influent sur les autres paramètres.

Le facteur économique a une influence sur :

- le logement : la qualité, le permis de construire
- la mobilité : le moyen de transport utilisé et selon la distance
- la relocalisation : le financement d'une nouvelle maison légale et l'emploi actuel.

Le facteur social influe, moins explicitement, sur :

- le logement et la relocalisation : l'attachement à la construction et au quartier.

De cette analyse, on peut émettre plusieurs hypothèses qui rassemblent plusieurs critères de l'enquête. Elles sont tout de même à prendre en considération avec objectivité car l'échantillon est relativement petit et n'est pas toujours représentatif de l'ensemble du quartier (cf. l'analyse des Logements p.108)

1. Le premier postulat aborde le **choix du moyen de transport** qui fait partie du sous-thème et d'une question de recherche de ce travail. On peut supposer qu'il est avant tout d'ordre financier. Les citoyens se déplacent dans le quartier et hors du quartier majoritairement en transport en commun ou à pied. Ce choix dépend également de la distance et donc du temps de déplacement.

D'abord, les personnes ne percevant pas le salaire minimum n'ont pas de voiture. La voiture a un coût important à l'achat et en maintenance. À l'opposé le bus est très bon marché (0,25\$/trajet en ville) et l'offre est très large car il dessert toute la ville. Même le pays est correctement desservi par les autobus inter-régionaux. Cependant le confort dans les bus est restreint et les trajets beaucoup plus longs à cause de la puissance et du poids du véhicule dans cette ville en relief, des arrêts fréquents et des itinéraires détournés pour passer par le plus de quartiers possible.

Ensuite, les marcheurs ne se déplacent pas beaucoup hors des frontières de la ville, même hors du quartier à cause de la distance et du temps de parcours. Souvent, pour parcourir ces longues distances, ils empruntent les transports en commun. Les habitants ont l'air de choisir leurs destinations selon le temps en transport. En effet on voit que les trajets dans ces modes de transport qui dépassent 30 minutes de temps semblent long aux utilisateurs. Pourtant ils voyagent largement vers des destinations à 20km ou plus de leur domicile en employant les transports publics.

Ils se déplacent donc probablement en transport public par obligation financière et par nécessité. Précisons, toutefois que ces hypothèses sont formulées et confirmées sur base de l'échantillon recueilli.

2. La deuxième hypothèse pertinente porte sur **la raison du consentement à la relocalisation**. Comme il a déjà été rappelé à plusieurs reprises dans les autres parties du travail, la relocalisation est un sujet délicat dans toutes les populations. En général peu de gens acceptent de se déplacer dès la première proposition. Dans cette étude, on fait des hypothèses sur les motifs de cette volonté à rester vivre dans sa propriété malgré le risque présent.

On constate que dans ce cas-ci, c'est le facteur social qui prime devant l'économique. On conclut ceci car, premièrement, la compensation financière ou matérielle ne change pas la réponse négative à la relocalisation dans la plupart des cas. Par contre, les habitants mieux rémunérés mensuellement sont plus nombreux à répondre favorablement à cette proposition de déménagement. On peut expliquer ceci par la facilité de maintenir une maison et de payer les services et les loyers pour ces personnes.

Ainsi, l'argent a toujours un rôle décisionnel mais dans ce cas-ci il est mitigé et n'est pas la première source d'influence des décisions.

Dans un deuxième temps, on suppose que l'attachement à leur lieu de vie est très important. Cette présomption se fait à l'aide de plusieurs éléments contre la relocalisation.

Parmi les habitants qui ont toujours vécu dans La Pulida et Ana Maria Bajo, presque tous ne veulent pas se déplacer. Tandis que les autres sont plus aptes à se réinstaller. Ceci car ils ont déjà connu un ou plusieurs domiciles et qu'ils ne considèrent pas leur habitation comme lieu de vie absolu. En général, ils recherchent la sécurité financière, sociale et de santé.

Un deuxième argument est que les habitants vivant dans les maisons illégalement construites sont plus favorables à rester sur place tandis que les autres non. Ce qui est l'inverse de ce qu'on pourrait penser initialement car ils peuvent obtenir, en déménageant, une construction durable et sécuritaire vis-à-vis des glissements de terrain.

Enfin, on peut supposer que les habitants qui vivent avec leur famille dans le quartier ont une crainte d'être séparé ou de ne pas avoir le confort qu'ils connaissent dans leur grand logement existant après une relocalisation. Mise à part ce groupe, la distance pour aller voir sa famille n'influence pas l'acceptation de la relocalisation préventive.

L'obstination de certains à vouloir rester coûte que coûte sur leur terrain vient également d'un manque d'éducation. Le thème des risques n'est pas assez abordé et expliqué dans le quartier ce qui ne leur donne pas une connaissance suffisante pour comprendre exactement les incidences de la relocalisation sur leur vie.

L'attache à la propriété et au quotidien dans le quartier est donc plus forte pour le profil des habitants recevant un salaire moindre, qui vivent dans des constructions illégales et donc surement instables face à un mouvement de terrain, et ceux qui ont un statut économique et une habitation plus sains.

L'accord pour une relocalisation est donc un sujet socio-économique plus ou moins complexe selon chaque population.

Une dernière remarque sortie des discussions lors des enquêtes est que la relocalisation à cause du risque de glissement de terrain est envisageable pour la sécurité des enfants ou petits enfants d'après leurs dires. Il semble que leurs vies aient plus d'importance aux yeux des citoyens que la leur.

3. Pour terminer ces conclusions sur les enquêtes, on parlera des réponses concernant **la relocalisation sur le site proposé** et après des explications du risque.

En effet, les résultats bruts dans la section concernant la relocalisation (cf. p.98) présentent deux conclusions bien distinctes entre la question sur la relocalisation en général et une relocalisation sur un terrain de El Pedregal.

Pour la première, on a vu que la majorité de la population répondait par un non catégorique pour être relocalisée.

Pour la deuxième, lorsqu'on précise l'endroit de relocalisation, les gens changent tout de suite d'avis. Il faut savoir aussi qu'en général, des précisions sur les risques auxquels ils sont soumis leur étaient données.

On peut faire l'hypothèse que les habitants n'abandonneraient pas leur terre mais que s'ils pouvaient être réinstallés dans leur propre quartier ou juste à côté, alors ils accepteraient la proposition. Surtout si le danger est réellement présent.

Politiques de prévention des risques

La fin de cette étude sur la conurbation de La Pulida, Ana Maria Bajo et El Pedregal, permet de mettre en place des politiques de prévention concernant les différentes stratégies pour la gestion des risques des glissements de terrain. Elles peuvent être généralisées à un quartier qui connaît une situation semblable à celui étudié dans ce travail. Pour rappel, les conditions de ce quartier et de sa population sont synthétisées dans les Tableaux 18 et 19 ci-après :

Installations humaines	Premières installations > 40 ans Expansion principale : début des années 2000
Relief	Escarpé sur un flanc de volcan (dénivelé : $\pm 350\text{m}$) Gorges (pentes : > 25%)
Quartier	Consolidé Nombreux services et activités économiques
Hétérogénéité des constructions	Matériaux de construction Volumétrie et typologie Légalité Etalement urbain Relief et dimensions des lots Accessibilité au logement
Espaces publics extérieurs	Peu nombreux et petits Principalement des terrains de sport
Zones à risques de glissement de terrain	Principalement dans les gorges Glissements de terrain passés et actuels
Géologie	Matériaux volcaniques

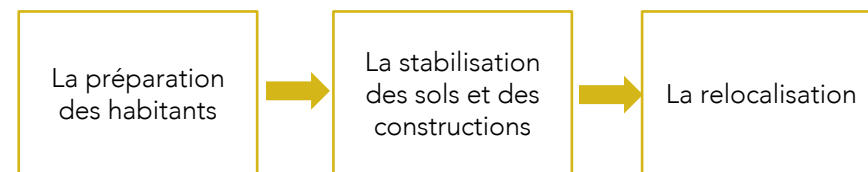
Tableau 18 – QUARTIER : récapitulatif des caractéristiques

Niveau socio-économique	Moyen – bas
Attachement au quartier	Construction personnellement réalisée Famille à proximité Lieu de travail à proximité Panoramas impressionnants vers la ville Cadre naturel de la gorge
Relocalisation	Population majoritairement défavorable

Tableau 19 – POPULATION : récapitulatif des caractéristiques

Les techniques proposées dans la suite sont préventives. La prévention est indispensable à tout système de gestion des risques et pas seulement pour les glissements de terrain. Les solutions techniques sont, parfois transposables après l'apparition d'un désastre à condition de les adapter. Dans un tel cas, la précipitation des décisions et des mises en œuvre des solutions est impérativement à éviter. Il est nécessaire, pour un succès, d'étudier le cas aussi bien que pour la prévention.

Le choix de la technique à mettre en place est fait par la municipalité en considérant les différents critères définis antérieurement dans les enjeux de relocalisation notamment. C'est surtout l'impact sur la ville et le coût de l'intervention qui dictent la décision. Pourtant, comme vu précédemment, c'est la population la première victime des glissements de terrain et qui influe sur les autres enjeux. C'est pourquoi l'application des techniques de réduction des risques se fait souvent selon le schéma suivant :



Solutions d'éducation

La première action d'un plan de réduction des risques est donc la préparation de la population. Son coût est très réduit, car il s'agit de simplement d'investir du temps auprès des quartiers dans le besoin, et le matériel est moindre. Cela est d'autant plus intéressant que cet investissement ne sera jamais perdu, car l'instruction de la population est une plus value pour n'importe quelle société.

La forme de prévention la plus intéressante et interactive est la préparation de workshops, de tables rondes et de séances d'informations qui sont des interventions abordables par tous les États.

Cette technique paraît simple, pourtant il faut la préparer et l'adapter au public rencontré et aux caractéristiques du quartier. Le but est d'enseigner la prévention des glissements de terrain à la population. La prévention se fait en deux temps : d'abord l'information sur le sujet et ensuite les manières de procéder pour prévenir des événements désastreux.

De là, deux grandes questions se posent pour guider la préparation:

A. QU'EST-CE QUE LE RISQUE ET LE GLISSEMENT DE TERRAIN ?

C'est la phase d'information à la population. Avant de pouvoir agir il faut connaître le risque et le désastre de manière générale. La connaissance minimale pour une population est de savoir globalement ce qu'est le risque, le glissement de terrain et d'identifier leurs causes et conséquences. C'est aussi une occasion pour leur enseigner le fonctionnement et la structure politique d'une gestion des risques du pays. Également à ce moment il faut présenter une première approche sur les signaux qui permettent de repérer un mouvement de terrain.

Il faut adapter le niveau d'enseignement à la population qui se présente comme pour le point suivant.

B. COMMENT RÉDUIRE LE RISQUE ET ÉVITER L'APPARITION DES GLISSEMENTS DE TERRAINS ?

Ensuite vient la phase de formation de la population face aux événements possibles de glissements de terrain. On met en pratique des techniques à une échelle locale sur base des apprentissages reçus lors de la première phase. Ceci permet de sensibiliser la population et de leur proposer des outils d'intervention directe de façon à éviter un accident grave, ou en tous cas des dommages importants, et de réduire l'éventualité de son apparition.

La formation doit être axée sur trois points importants pour la population :

- 1) D'abord le repérage des mouvements de terrain qui peuvent engendrer un glissement. Cette première étape apprend aux habitants à détecter un glissement avant qu'il ne survienne. La population, une fois informée, doit pouvoir remarquer les signes distinctifs des mouvements de terre tels que les fissures dans les bâtiments et sur la route, des affaissements légers et des fissures en bord de talus, etc. Vivant sur place, ce sont les premiers au contact des glissements et donc également les premiers à pouvoir intervenir et avertir les autorités locales. De cette manière, des solutions techniques peuvent être appliquées pour diminuer voire éliminer l'apparition du désastre.
- 2) Ensuite, la population doit être éduquée sur les conduites et pratiques à avoir pour diminuer l'éventualité d'apparition du désastre. L'action principale se fait sur la perméabilité des sols.

Dans le cas de l'ensemble de quartiers La Pulida, Ana Maria Bajo et El Pedregal, les politiques principales proposées sont :

- diminuer l'imperméabilisation causée par la construction.
- diminuer la culture intensive tout en respectant l'activité agricole du quartier.
- faire intervenir un ingénieur pour réaliser les fondations des nouvelles constructions élaborées pour le type de sol.

3) Finalement, la formation des citoyens sur la réaction correcte à adapter face à un événement désastreux. Différents comportements sont à présenter selon le type et l'ampleur du glissement. Tout comme pour le point 2), la géologie et la topographie du quartier va engendrer différentes politiques.

Pour la conurbation de La Pulida, les habitants à risques doivent:

- quitter le logement et se réfugier hors de la zone de glissements de terrain, c'est-à-dire hors de l'axe de la pente qui est l'axe de déplacement de la masse ;
- prévenir les infrastructures d'urgence (pompiers, police, etc.);
- penser à la possibilité de déménager en lieu sûr plutôt que de regagner l'habitation si elle est récupérable.

L'action du citoyen est importante dans la réduction des risques car il est le premier utilisateur du site et donc le premier à pouvoir diminuer ses impacts sur celui-ci. Les politiques sont donc adaptées selon l'environnement.

Cette phase d'éducation citoyenne est bien trop négligée en général dans le monde. Pourtant, elle peut apporter beaucoup de bienfaits, à la population locale et à plus grande échelle, à la ville et au pays. Cependant, il faut aussi une volonté et un engagement de la part des citoyens. Dans La Pulida, selon les discours des habitants rencontrés, ils n'ont jamais entendu parler du risque de glissements de terrain. Seuls les dirigeants des quartiers semblent être au courant mais n'ont pas les moyens ni la connaissance pour informer correctement la population.

L'investissement économique de cette solution est moindre. Le processus, même à moyen terme n'est pas élevé. La rapidité d'exécution et le faible coût de la stratégie incitent à utiliser cette première approche pour la réduction des risques de n'importe quel quartier ou village. Tandis que les bénéfices, bien qu'incertains, sont supposés modérés si les résidents s'impliquent. Les profits sont :

- Financier, car d'autres systèmes coûteux peuvent être évités ;
- Social, car la société est instruite et impliquée dans les plans de développement des villes;
- Politique ;
- Environnemental.

Solutions techniques

Cette deuxième partie définit et explique les différentes techniques et stratégies à mettre en place pour la diminution des risques. Elles s'appliquent directement sur le terrain. Contrairement à la prévention avec la population, ce sont des solutions pratiques et dont les bénéfices peuvent être évalués ce qui n'est pas le cas avec le facteur humain, la base des solutions de prévention.

LES PROGRAMMES DE REFORESTATION

Après les interventions avec la population, le pas suivant pour réduire les risques en restant dans un budget restreint est la reforestation. C'est une solution efficace qui peut également découler des pratiques mises en place avec les populations. La participation citoyenne sur ce procédé permet, à nouveau, de la sensibiliser sur le sujet mais aussi sur les enjeux environnement en général. Pour le cas d'étude, la reforestation est donc la suite du processus de récupération des gorges commencé par les habitants pour évacuer les déchets qui s'y accumulaient.

La couverture végétale est un paramètre influent de l'instabilité des pentes bien qu'il ne soit pas majeur. Des racines profondes et étendues dans le sol créent un drainage naturel et diminuent la quantité d'eau dans les profondeurs du sol. De plus, elles permettent de solidariser les différentes couches des matériaux et s'ancrer dans les couches de matériaux plus résistants. Un autre avantage est la formation d'une barrière à des glissements de terrain par les troncs d'arbres (Forbes & Broadhead, 2011).

La reforestation n'a presque aucun coût pour la plantation et encore moins lorsqu'elle se réalise avec la population. Aussi, le processus de plantation est rapide et ensuite c'est la nature qui agit. L'engagement est donc très court et simple. Mais les bénéfices, qui sont principalement environnementaux, ne sont pas immédiats. Il faut attendre un certain temps avant que le réseau racinaire ne se développe et offre de la résistance au sol et un bon drainage (Forbes et Broadhead, 2011) .

LES SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE

Après la reforestation et la prévention auprès de la population, la solution suivante pour renforcer la réduction du risque est la pose de dispositifs d'avertissement de mouvements de terrain. La politique de prévention qui propose de repérer les mouvements de terrains visuellement par les habitants du quartier est une première démarche du système d'alerte. Les dispositifs reçoivent des informations sur la météo et sur les variations dans les terres grâce à des sondes et mécanismes (Hallegatte, 2012).

Si les habitants ne voient pas ces signaux d'alarme ou ne cherchent pas à les repérer, des mécanismes peuvent être placés sur le terrain directement pour détecter les mouvements et la variation des facteurs qui augmentent le risque d'accident. Ces outils peuvent aussi être placés sur des pentes proches d'infrastructures publiques comme le long des autoroutes.

Pour le contexte de La Pulida, la stratégie proposée est de

- placer un système d'extensomètre sur les pentes fortes des gorges ainsi que là où des événements sont déjà apparus ou montrent des premiers signes d'accidents menaçants.
- OU placer des sondes pour mesurer la teneur en eau dans les sols des zones à risques sensibles à la variation d'eau.

Les dispositifs de ce type ont un coût qui peut sembler élevé mais qui ne l'est pas comparé à d'autres techniques de réduction des risques. L'avantage de ces techniques est surtout le retour de l'investissement qui est assez rapide. La faible dépense permet aussi d'éviter des constructions ou des investissements lourds financièrement et de conséquences. D'autant plus si la probabilité d'une catastrophe n'est pas très élevée.

Par contre la limite capitale est la restriction de l'application des systèmes. En effet, l'ensemble des secteurs affectés ne peuvent être étudiés uniquement par des sondes. De plus, leurs positions doivent être bien étudiées préalablement pour que les informations réceptionnées soient intéressantes (Hallegatte, 2012).

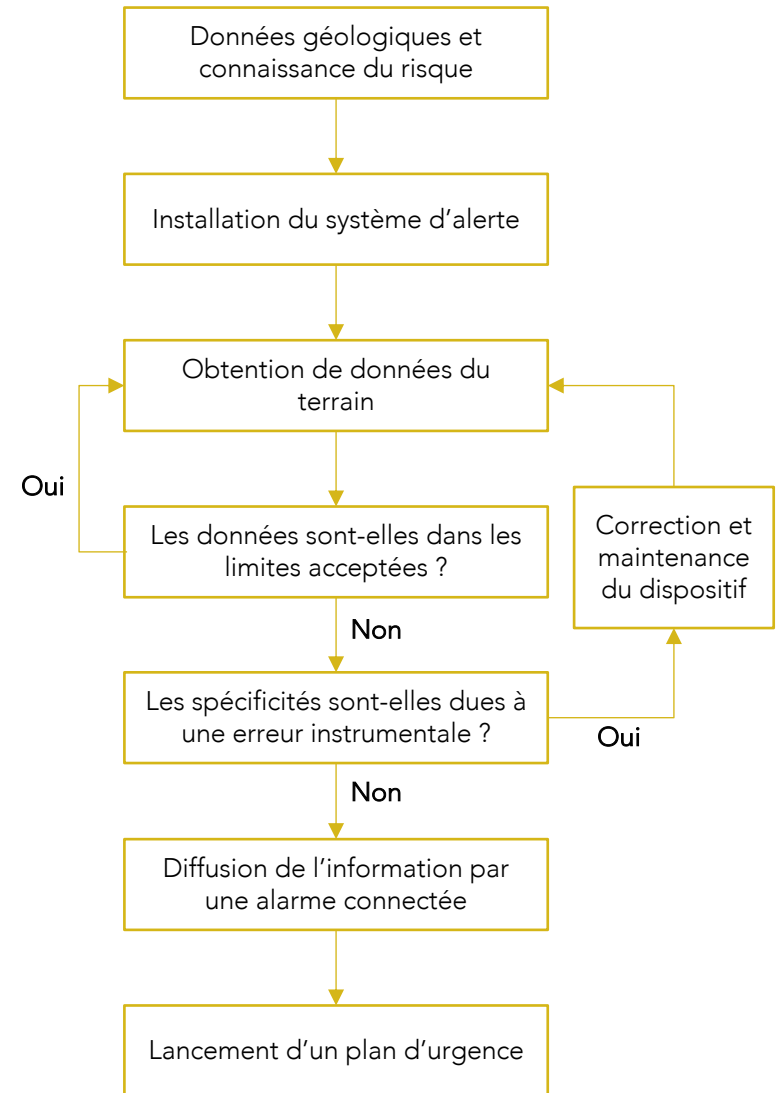


Illustration 84 – Fonctionnement d'un système de contrôle de mouvements de terrain
(Adapté de DiBiagio and Kjekstad, 2007)

LES SOLUTIONS TECHNIQUES

À la suite, les solutions présentées ne sont plus uniquement de la prévention car certains mécanismes bloquent totalement le glissement de terrain à son apparition. C'est une protection contre les éléments à risques. Assurément, les moyens techniques de cette catégorie essaient d'abord d'empêcher la formation du mouvement. Trois solutions sont présentées dans la suite, deux, des techniques de prévention et une, de protection (Fort et al, 2011 ; Smelser, 2014).

La première possibilité est **l'élimination de la masse de terre** qui peut engendrer le mouvement de sol. En la déplaçant, cela amoindrit les chances d'occurrence d'un glissement de cette masse. C'est une solution qui semble efficace car théoriquement le problème et le risque est effacé. Pourtant cette technique n'est pas la plus efficace. D'abord parce que l'entièreté de la couche menaçante ne peut pas toujours être retirée vu son étendue, son volume ou sa profondeur dans le sol. Puis parce que le déplacement d'un matériau peut créer d'autres mouvements inconnus. Et finalement car il faut déplacer et déposer le matériau sur un autre terrain, il faut donc beaucoup d'espace et ne pas recréer la situation de risque existante.

Cette technique est peu utilisée et elle est déconseillée dans le cas de La Pulida vu la géologie et la morphologie du site et de la ville entière. Le problème n'est pas que local mais apparaît dans le voisinage direct, le déplacement des terres n'est donc pas opportun.

La deuxième option de cette stratégie de renforcement des sols est **la stabilisation des pentes**. Cette technique protège les éléments vulnérables des désastres de glissements de terrain. Le plus commun et peut-être le plus efficace est le mur de soutènement. En cas de mouvement, il retient le sol ce qui permet à la pente de ne pas se dérober et de s'effondrer sur une route ou une cité. Ce sont des ouvrages de grande ampleur qui peuvent être appliqués à tous les types de sols et de pentes. En plus, la dimension de la surface à mobiliser peut être vaste, la technique est toujours applicable. Un autre avantage est qu'il peut être aussi une protection contre les inondations.



Illustration 85 – Exemple de mur de soutènement à Quito (Source : El Telegrafo⁽¹⁾)

Une construction comme cela a autant d'inconvénients que d'avantages. Sur la photo ci-dessus, l'impact visuel est important. C'est une solution qui est visible et l'esthétique n'est pas l'objectif du travail. Ensuite, le temps investi dans le dimensionnement d'un mur de soutènement est long et le montant de l'ouvrage est élevé. Pourtant tous ces investissements sont de temps en temps une grande perte car le mur ne résiste pas à des événements d'effets plus impactants que prévu.

Lorsque le budget est restreint, des filets peuvent éventuellement être posés sur la surface d'un talus afin de recueillir les terres affaissées. Cependant ceci ne peut pas se faire dans les cas de risques élevés.

Toujours dans la stratégie de stabilisation des sols, une autre proposition est le drainage sous-terrain des sols. L'objectif est le même que la reforestation, ne pas avoir une quantité d'eau trop importante dans le sol.

⁽¹⁾ Article du El Telegrafo, 2018 (<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/muro-en-el-calzado-sirve-a-mas-de-2-000-vecinos>)

Enfin une dernière solution qui peut être couplée aux précédentes est la stabilisation des constructions et infrastructures avec le renforcement des fondations. Autant les routes que les bâtiments publics et les habitations individuelles privées sont concernées. Dans Quito, on voit beaucoup de talus de terrains littéralement coupés à flanc. Dans ces cas, un mur de soutènement devrait d'abord être construit. Ensuite, les fondations des maisons, parfois inexistantes, doivent être calculées et construites par un expert pour s'appuyer sur des matériaux résistants. Ces stratégies donnent plus de chance à la construction de résister en cas de glissement de terrain. Par ailleurs, si les calculs sont effectués également pour les mouvements sismiques, l'assurance de la stabilité de la maison est augmentée.



Illustration 86– Exemple de coupe verticale dans les talus

Dans la conurbation étudiée, cette dernière politique devrait être mise en place et sanctionnée si elle n'est pas respectée. Bien entendu seule, elle ne fera que diminuer légèrement le risque de désastre.

Bien que l'investissement de toutes ces techniques soit colossal, l'application de réduction des risques se fait dans ce cas presque instantanément et sur du long terme. En effet les travaux de ce type agissent pendant plusieurs générations, voire centaines d'années. Les bienfaits s'étendent sur de longues périodes et le succès est presque toujours grand. Rares sont les ouvrages qui ne résistent pas s'ils sont mesurés et établis correctement. Par contre, si c'est le cas, les glissements peuvent être catastrophiques.

LES PROGRAMMES DE RELOCALISATION

Finalement, l'ultime possibilité au plan de réduction des risques est une solution de prévention pour les constituants à risques de glissements de terrain. Il ne prévient pas le glissement de terrain mais les dommages qu'il cause. La relocalisation a été présentée préalablement, ce point est donc une synthèse des politiques à adopter dans une situation de réinstallation de population.

La première étape est d'établir un **plan de relocalisation** qui reprend les objectifs et les arguments favorables au déplacement de population. Il faut déterminer la technique de relocalisation employée qui peut être :

- Relocalisation sur un nouveau site vierge ;
- Relocalisation sur un nouveau site déjà construit ;
- Relocalisation au sein du même quartier ou village (annexes sur des constructions existantes, parcelles ou habitations libres dans le secteur).

Il s'en suit des plans d'urbanisme et d'architecture précis qui proposent une solution durable pour les citoyens transférés sur le nouveau site. Cette nouvelle urbanisation doit répondre à des critères environnementaux, sociaux et économiques. Mais aussi respecter la culture et la vie quotidienne des habitants délogés ainsi que proposer une situation géographique accessible ou mettre en place un système de mobilité efficace. Le programme doit être planifié dans le temps et financièrement avant d'être lancé.

En parallèle de ce plan de relocalisation, il faut établir des politiques sur l'**usage du site abandonné**. La **destruction des édifications en zones à risques** est obligatoire pour éviter une réappropriation des lieux par les habitants évacués ou par d'autres personnes dans le futur. Suite aux destructions, il faut alors changer l'affectation du sol des terrains délocalisés. Les sols sur lesquels l'urbanisation était possible doivent être réassignés à des utilisations forestières, agricoles, naturelles ou qualifiés d'espace verts publics. Ces deux étapes s'établissent donc en même temps.

Cette stratégie complexe, bien qu'elle soit bénéfique à tous si elle est bien gouvernée, est la dernière à être appliquée dans la gestion des risques. Parfois, elle ne semble pas être la meilleure tactique alors que réaliser une réinstallation après un désastre peut s'avérer être un échec et plus onéreux. Les gains majeurs d'une relocalisation préventive est le retour sur investissement grâce au bien-être social et l'argent économisé d'une catastrophe.

La relocalisation dans le quartier de El Pedregal est un investissement énorme selon plusieurs enjeux. Bien sûr au niveau financier vu les dépenses pour réaliser le projet mais aussi des points de vue social, politique, territorial et environnemental. Evidemment, les gains dans ces différents domaines sont également d'une grande valeur.

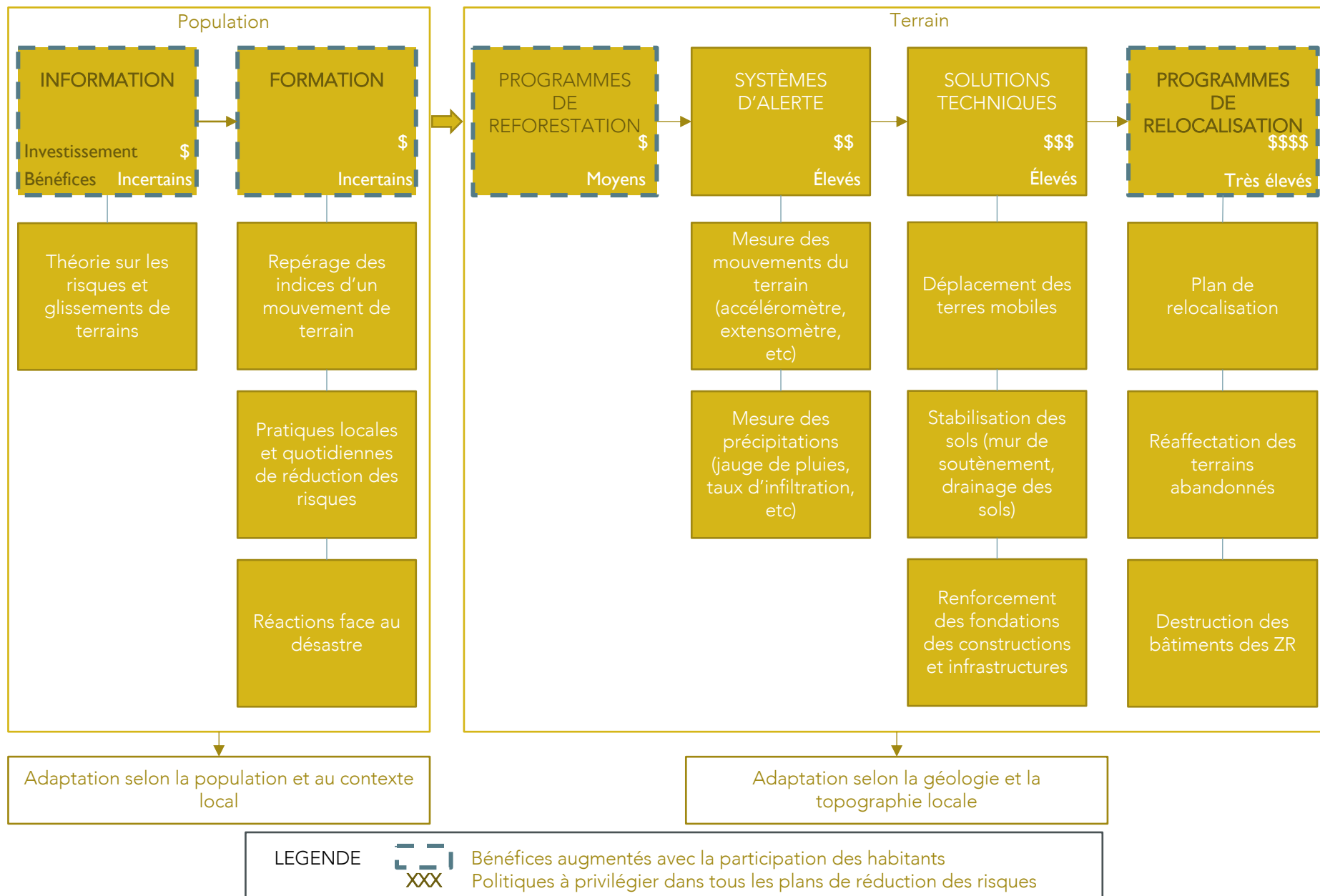
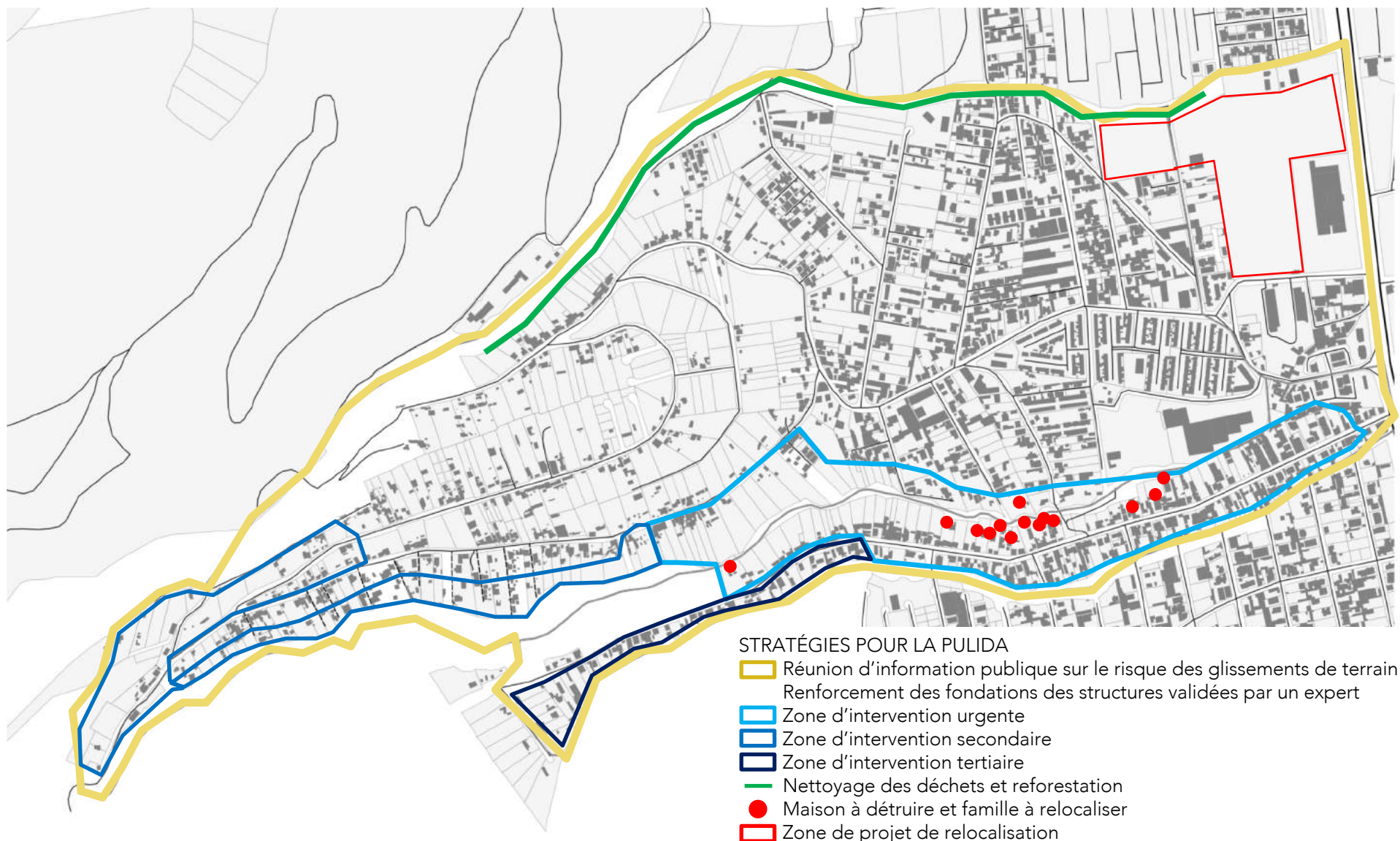


Illustration 87 – Synthèse de la proposition des stratégies du plan de réduction des risque pour la conurbation de La Pulida



Carte 27 – Proposition d'applications des politiques dans le secteur de La Pulida

Justification du choix de la zone de relocalisation

Dans le type de quartier de l'ensemble de La Pulida, un projet de relocalisation est une solution intéressante pour plusieurs raisons :

- Diminuer le risque de catastrophe de glissement de terrain et donc des dommages ;
- Proposer des habitations adaptées à la culture et qui répondent aux normes structurelles en cas de désastres ;
- Améliorer le cadre de vie des habitants ;
- Proposer une meilleure installation aux plus exposés au risque ;
- Consolider de manière légale le quartier ;
- Offrir une ambiance urbaine intégrée au quartier existant ;
- Dynamiser des espaces publics méconnus ou inexistantes à ce jour.

Au terme de ce travail, le site du projet de relocalisation pour les personnes vivant en zones à risques de glissements de terrains des quartiers de La Pulida et d'Ana Maria Bajo est proposé et argumenté. Il est entouré de rouge sur la carte ci-dessous.



Illustration 88 – Zone de relocalisation

Le choix de sa localisation est basé sur les constats principaux de l'enquête exposés préalablement qu'on réitère ci-dessous :

- A. Grande part de la mobilité en transports en commun et à pied ;
- B. Large offre de services et équipements dans les quartiers ;
- C. Volonté des habitants de rester vivre sur place.

Pour la première déclaration, le choix de l'emplacement du site est évident, tout d'abord pour sa contiguïté avec l'avenue *Occidental*, collectrice des autobus vers toute la ville. Il est proche également de la compagnie de taxis du bas de El Pedregal, et sur le trajet du bus qui passe dans le quartier de La Pulida malgré le faible passage.



— — — Trajet du bus interne à La Pulida
Avenue Occidental

Arrêt de bus dans la Pulida
Arrêt de bus vers la ville
Arrêt de taxis

Illustration 89 – Justification de la zone de relocalisation

Ensuite, il est intéressant pour sa proximité avec le noyau urbain consolidé de La Pulida. La majorité des services de ce quartier se situe dans un périmètre de moins de 500m du terrain du projet. De plus, le relief sur cette partie basse de La Pulida est relativement plat. Les accès à pied à l'ensemble des magasins et différents services du quartier sont faciles et rapides.



Illustration 90 – Périmètre de 500m autour du terrain proposé

Les services et fonctions dans le quartier forment un large panel dans l'ensemble de la conurbation et dans La Pulida malgré le caractère résidentiel. C'est pourquoi proposer ce site est avantageux. Cette localisation permet non seulement de recentrer les activités dans la même zone et de compléter l'offre. Elle donne aussi un accès rapide et facile à ses services existants pour les nouveaux habitants du projet de relocalisation.

Par la même occasion, cela permet de consolider le quartier déjà dense et compléter la demande en logements de manière sécuritaire dans une zone hors de danger.

Enfin, en réponse à la troisième affirmation, la justification est la suivante. Comme déduit dans les parties antérieures du travail, la volonté de rester est due notamment à l'attachement et à la vie déjà construite dans le quartier. Les résultats des enquêtes montraient également qu'une relocalisation dans le quartier même est envisageable pour une plus grande partie des interrogés. Il est donc logique de proposer un site pour un tel projet dans le quartier même. Les habitants devant être relocalisés vivent actuellement à maximum 2km du terrain.

De plus, le terrain de 7 hectares appartient à la municipalité, il est donc plus facile de mettre en place un projet opéré par elle-même. Les démarches administratives pour récupérer un terrain sont inexistantes pour cette proposition.

Pour clôturer cette justification, on rappelle l'obligation de requalifier les sols des terrains abandonnés par la relocalisation. Des politiques d'aménagement du territoire doivent être mises en place pour éviter que les terrains ne soient recolonisés plus tard. Il faut d'abord détruire les constructions de ces terrains et les évacuer de leurs déchets. Ensuite, deux solutions principales existent : soit requalifier le sol comme non-constructible mais avec d'autres activités possibles, soit le caractériser de zone de protection écologique et laisser la nature reprendre ses droits sur le terrain.

EXTENSIONS DU TRAVAIL

Pour aller plus loin dans la recherche et compléter ce travail, avec du temps supplémentaire sur place et de manière générale pour le mémoire, il aurait été intéressant d'approfondir certains points.

L'analyse du site est relativement complète, mais avec plus de temps sur le terrain, plus d'interrogatoires auprès de la population auraient pu être réalisés. De plus, après l'analyse des premiers résultats, les questionnaires auraient été complétés ou une deuxième enquête réalisée, afin d'explorer d'autres aspects qui enrichissent les informations.

D'autres relevés sur le terrain auraient pu aussi être effectués. Comme par exemple, des relevés sur le trafic sur le site (comptage du passage des véhicules, des piétons dans la rue et dans les espaces publics, etc.)

Certaines informations sont arrivées tard dans le travail. Rencontrer les personnes qui m'ont octroyé ces renseignements plus tôt dans le séjour aurait été bénéfique, car certains sujets auraient été examinés plus précisément. Cela aurait également permis de répondre à d'autres questionnements.

Enfin, le dernier élément manquant à cette étude est la mise en place de la participation citoyenne, sous forme de workshop, par exemple. Bien que les habitants aient collaboré à ce travail en répondant aux enquêtes, il aurait été intéressant d'approfondir le sujet de relocalisation préventive avec eux, et de voir les conditions qu'ils accepteraient pour un tel projet. Leurs points de vue et leur participation sont indispensables pour avancer dans la recherche.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

LES RISQUES À QUITO

Quito, la capitale de l'Équateur, s'est implantée dans un paysage montagneux il y a plusieurs siècles, à plus de 2800m au-dessus du niveau de la mer. Elle s'est ensuite développée au cours du temps, en longueur, entre les flancs du volcan Pichincha qui la surplombe et les montagnes qui la séparent de la vallée de Cumbayá. Les habitants ont, dans un premier temps, conquis la partie plane de la ville. Après la saturation du sol urbanisable, ils ont commencé à étendre le périmètre de leurs installations et ont alors envahi les pentes des volcans et montagnes qui les entourent. Les limites de la ville sont dépassées depuis un certain temps maintenant et les habitants continuent l'extension et la densification de la ville.

La position sur l'Équateur et la géomorphologie de Quito lui procurent un climat constant, relativement humide, tout au long de l'année. La ville connaît chaque année une saison des pluies intense avec des précipitations abondantes qui saturent rapidement les sols. Récemment, les hivers ont été très rudes avec des records de quantités de pluies qui ont engendré des inondations et des mouvements de terrain désastreux.

Le climat humide couplé au paysage abrupt et sillonné de ravins causent naturellement des glissements de terrain. Le nombre d'implantations humaines augmente chaque année dans la capitale, et avec lui le nombre d'apparitions des mouvements de terrain.

Depuis quelques années, le gouvernement commence à réagir face à ces désastres de glissements de terrain, qui causent un nombre de dommages de plus en plus élevé. Ces pertes, bien qu'elles soient majoritairement matérielles, engendrent des coûts importants pour les réparations et le soutien financier pour les citoyens. Plusieurs techniques de gestion des risques sont mises en place dans la capitale pour prévenir ces dommages, mais l'étendue des zones à risques est très grande et les actions s'appliquent d'abord aux zones les plus en dangers. Parmi ces stratégies de réduction des risques, on voit apparaître la relocalisation de la population.

LES BÉNÉFICES D'UNE RELOCALISATION

La solution de la relocalisation a fait ses preuves partout dans le monde durant les dernières années. Son étude se développe peu à peu et aide à comprendre quels sont les effets positifs et négatifs de la relocalisation. Ces recherches permettent de produire des modèles appropriables par les gouvernements pour leurs pays. Certains cas existants sont des réussites reconnues mondialement. Évidemment, ces cas sont des modèles de base desquels s'inspirer, mais étudier les échecs permet d'en apprendre davantage et de savoir aussi bien ce qui n'a pas fonctionné préalablement et en tirer des leçons.

Les résultats d'une relocalisation sont généralement meilleurs lorsque la stratégie est préventive. Pourtant, de nos jours, elle n'est pas assez souvent réalisée, et surtout à Quito. En effet, cette politique diminuerait beaucoup le nombre de citoyens exposés aux risques de glissements de terrain sur les reliefs de la capitale. La raison principale est, bien entendu, d'ordre financier car le montant à investir, pour un plan de relocalisation préventive, est conséquent. Malgré cet investissement financier important pour le gouvernement, les profits sont d'une plus grande valeur politique, sociale, économique et environnementale. La complexité d'un programme de ce type se trouve dans la gestion de l'ensemble des enjeux.

Parmi ceux-ci, le plus important est immanquablement le critère social car, bien qu'il soit un des provocateurs du risque et des glissements, il est le premier à subir les conséquences de la relocalisation, tout comme du désastre. L'habitant est le centre d'un projet de relocalisation, c'est pour lui que l'expert conçoit. Il faut donc respecter sa culture et sa façon de vivre, différentes partout dans le monde. Cependant, l'objectif est d'écarter des personnes d'un danger potentiel et non pas de reconstruire à l'identique le quartier à risques. Il faut proposer un aménagement urbain et architectural répondant aux contraintes et aux modes de vie de la population tout en améliorant la qualité de vie.

La réussite est la satisfaction des habitants et l'appropriation naturelle de leur nouvel environnement hors des zones de dangers.

L'APPLICATION DE LA RELOCALISATION AU CAS D'ÉTUDE DE LA PULIDA

Dans le cas de l'ensemble des trois quartiers de La Pulida, le risque de glissements de terrain est bien présent. Des petits affaissements de talus surviennent régulièrement surtout dans le haut de La Pulida et dans la gorge Habas Corral. Dans cette dernière, la précarité et l'instabilité de la structure de certaines constructions sont des caractéristiques qui exposent d'autant plus les habitants. Précisément, ces habitations sont à détruire et à relocaliser car elles sont les premières qui subiront les conséquences d'un désastre. Pour le reste des habitations à risques, la solution de relocalisation est évidemment intéressante pour diminuer considérablement, voire éliminer, le risque. Mais d'autres solutions techniques de réduction des risques peuvent également être mises en place dans le secteur. La relocalisation peut aussi se faire en plusieurs étapes, après les premières installations des habitants les plus exposés.

La relocalisation apporterait, à certains habitants de La Pulida, un cadre de vie plus sain et organisé, dans une habitation sécurisée, légale et de meilleure qualité avec les services de bases. Une des caractéristiques du quartier à réellement améliorer est la mobilité et l'accessibilité. Ces aspects peuvent être facilement améliorés avec un projet de relocalisation. Avec la situation géographique du site proposé, les habitants seraient à proximité directe du grand axe de circulation et sur l'itinéraire du bus qui dessert La Pulida. De plus, la proximité du noyau principal du quartier, qui propose presque tous les services nécessaires, améliorerait nettement l'accessibilité aux commerces, à pied. Les quelques équipements manquants pourraient apparaître dans le projet et ainsi compléter totalement l'offre de commerces et services publics dans le quartier.

En déplaçant les constructions de la gorge, un espace public extérieur convivial pourrait être aménagé en lui donnant plus d'accès pour l'ensemble de la conurbation. Un marché local serait apprécié en son centre. Ceci dynamiserait l'activité des citoyens et conforterait l'attachement des habitants envers leur quartier, tout en rendant un environnement naturel et sain à la gorge.

PERSPECTIVES

Dans la plupart des cas étudiés, ce sont souvent les mêmes enjeux qui dominent dans le projet de relocalisation exposé, et principalement les enjeux politiques et économiques. Dans les études plus récentes, le facteur social est de plus en plus invoqué.

Le type de quartier étudié dans la partie pratique de ce mémoire peut être rencontré partout dans le monde. Ce sont généralement des populations avec les mêmes caractéristiques que La Pulida qui sont exposés aux risques de glissements de terrain. Il est donc probable que les résultats soient retrouvés dans d'autres parties du monde. Il est donc possible d'utiliser la proposition des politiques de réduction des risques et la stratégie de relocalisation de ce mémoire pour d'autres cas similaires en les adaptant au cas particulier étudié.

Ce travail propose une autre vision de la relocalisation préventive, en s'appuyant principalement sur le critère social qui doit être la base d'un tel projet, et la mobilité quotidienne des habitants. Cet aspect n'est, en général, pas le premier analysé et pourtant c'est celui qui dicte les journées des habitants. L'utiliser comme base permet de connaître le quotidien des citoyens, leurs habitudes et les tendances globales de leurs déplacements. L'étude de la mobilité quotidienne procure beaucoup d'informations sur le facteur socio-économique de la société.

Il est donc intéressant d'approfondir l'étude sur la mobilité quotidienne et de mettre en avant cet enjeu dans le cas d'un projet de relocalisation préventive. Premièrement, l'investigation des déplacements permettra de définir la localisation du site qui accueille le projet. Le mieux, comme dans le cas de Juan Bobo en Colombie, est de réinstaller le quartier au même endroit ou sur un site proche de l'expropriation. Si cela n'est pas possible, le conseil est de relocaliser sur un site proche des commodités ou du moins facilement accessibles par différents moyens de transport.

Une relocalisation basée sur l'amélioration de la mobilité quotidienne garantirait la réussite du projet.

INDEX

Index des Illustrations

Illustration 1 – Chute de roche	17
Illustration 2 – Basculement	18
Illustration 3 – Glissement de terrain translationnel	18
Illustration 4 – Glissement de terrain rotationnel	18
Illustration 5 – Solifluxion	19
Illustration 6 – Ecoulement	19
Illustration 7 – Classes de risques selon la gravité de l'événement	25
Illustration 8 – Risque intensif et risque extensif	26
Illustration 9 – Définition du risque	26
Illustration 10 – Relation entre le risque de désastre et l'exposition, la vulnérabilité et la menace	27
Illustration 11 – La vulnérabilité	28
Illustration 12 – Schéma de méthode de gestion des risques	28
Illustration 13 – Étapes d'identification du risque	30
Illustration 14 – Causes des glissements de terrain (GT)	30
Illustration 15 – Camion sous un glissement au nord de Quito	31
Illustration 16 – Phases d'un programme de relocalisation	32
Illustration 17 – Étapes de la relocalisation préventive	39
Illustration 18 – Relations entre les enjeux de relocalisation	41
Illustration 19 – Influence du facteur géographique sur d'autres enjeux	45
Illustration 20 – Tendance de la mobilité	47
Illustration 21 – Zones géologiques de l'Équateur	55
Illustration 22 – Zones Administratives de la province de Pichincha et le DMQ	56
Illustration 23 – Paroisses rurales et urbaines du DMQ	56
Illustration 24 – Occupation des sols ruraux et urbains du DMQ	56
Illustration 25 – Modèle 3D du relief de Quito	57
Illustration 26 – Températures et précipitations moyennes annuelles	58
Illustration 27 – Le « nouveau centre » soit le centre économique de Quito	60
Illustration 28 – Le « vieux centre » soit le centre historique de Quito	60
Illustration 29 – Routes principales et connexions de l'Équateur	63
Illustration 30 – Répartition des modes de transport utilisés en 2014	63
Illustration 31 – TrolleyBus de Quito	64
Illustration 32 – BiciQuito	65
Illustration 33 – Carte des pentes	66

Index des Illustrations

Illustration 34 – Exemple de gorge	66
Illustration 35 – Zones géologiques de l'Équateur	67
Illustration 36 – Roche de Cangahua	67
Illustration 37 – Exemple de cuenca de la vallée à l'est de Quito	69
Illustration 38 – Coupes géologiques Ville de Quito	70
Illustration 39 – Part de la population en zone à risques	73
Illustration 40 – Constructions de Ana Maria Bajo en bord de gorge	73
Illustration 41 – Création des entrevues	81
Illustration 42 – Effondrement de la rue d'Ana Maria Bajo	85
Illustration 43 – Réparation de la partie effondrée de la rue d'Ana Maria Bajo	85
Illustration 44 – Trottoirs	85
Illustration 45 – Rues principales	86
Illustration 46 – Rues secondaires	86
Illustration 47 – Impasses	87
Illustration 48 – Accès viaire et piéton à la gorge	88
Illustration 49 – Accès piéton à la gorge	88
Illustration 50 – Schéma viaire et des connexions des quartiers	88
Illustration 51 – Commerces aux rez-de-chaussée	91
Illustration 52 – Espaces publics extérieurs avec aires de jeux et de sports	93
Illustration 53 – Proportion des typologies dans la conurbation pour l'échantillon recueilli	96
Illustration 54 – Minga	96
Illustration 55 – Construction progressive	96
Illustration 56 – Dénivelé des quartiers	98
Illustration 57 – Dénivelé de la gorge Habas Corral	98
Illustration 58 – Talus de Cangahua dans le quartier de La Pulida	100
Illustration 59 – Glissement d'un talus sur la route	102
Illustration 60 – Glissement d'un talus dans La Pulida	102
Illustration 61 – Glissement et long d'un chemin piéton dans la gorge Habas Corral	102
Illustration 62 – Effondrement de la route et du patio d'une maison d'Ana Maria Bajo	103
Illustration 63 – État de la maison après le glissement des terres	103

Index des Illustration

Illustration 64 – Cadre naturel dans la gorge	105
Illustration 65 – Vue vers la ville de Quito	105
Illustration 66 – Installations d'édifices dans et au bord de la gorge	105
Illustration 67 – Exemple de construction très vulnérable dans la gorge	106
Illustration 68 – Exemple de construction spontanée et très vulnérable en bord de ravin	106
Illustration 69 – Modèle 3D du relief de Qu Terrains de culture locale	106
Illustration 70 – Trafic routier dans le bas de El Pedregal	108
Illustration 71 – Construction en béton	109
Illustration 72 – Construction en béton et taule métallique	109
Illustration 73 – Construction en Taule métallique	109
Illustration 74 – Construction en adobe	109
Illustration 75 – Typologie RDC	111
Illustration 76 – Typologie R+1	111
Illustration 77 – Typologie R+2	111
Illustration 78 – Typologie R+3	111
Illustration 79 – Trafic routier à l'entrée de El Pedregal	113
Illustration 80 – Rue déserte de Ana Maria Bajo	113
Illustration 81 – Nuages de mots des activités manquantes d'après les habitants	116
Illustration 82 – Champ de maïs dans La Pulida	116
Illustration 83 – Zone de relocalisation des zones à risques du quartier	117
Illustration 84 – Fonctionnement d'un système de controle de mouvement de terrain	127
Illustration 85 – Exemple de mur de soutènement à Quito	128
Illustration 86 – Exemple de coupe verticale dans les talus	129
Illustration 87 – Synthèse de la proposition des stratégies du plan de réduction des risque pour la conurbation de La Pulida	131
Illustration 88 – Zone de relocalisation	133
Illustration 89 – Justification de la zone de relocalisation	133
Illustration 90 – Périmètre de 500m autour du terrain proposé	134

Index des Graphiques

Graphique 1 – Propriétaire et locataires	107
Graphique 2 – Véhicules personnels	107
Graphique 3 – Résultats d'enquête : nombre de chambres par type d'habitation	112
Graphique 4 – Résultats d'enquête : nombre de chambres par typologie	112
Graphique 5 – Transport par activité	114
Graphique 6 – Distances parcourues par activité	114
Graphique 7 – Temps de déplacement par transport	115
Graphique 8 – Distances de déplacement par transport	115
Graphique 9 – Réponses à la question A. et A.1.	117
Graphique 10 – Réponses à la question B.	117
Graphique 11 – Nombre d'utilisateurs des transports par catégorie de revenus mensuels	118
Graphique 12 – Perception des durées dans les transports	119
Graphique 13 – Relocalisation admissible ou non selon le revenu mensuel	120
Graphique 14 – Relocalisation admissible ou non selon la distance au lieu de travail	120
Graphique 15 – Relocalisation admissible ou non selon les distances à la famille	121
Graphique 16 – Relocalisation admissible ou non selon le type de logement	121

Index des Tableaux

Tableau 1 – Catégories de catastrophes naturelles	15
Tableau 2 – Nombres d'événements par types	16
Tableau 3 – Critères étudiés dans les recherches sur les mouvements de terrain	17
Tableau 4 – Types de mouvements et matériaux	17
Tableau 5 – Exemple des classes tiré de Desroches et al. (2007)	25
Tableau 6 – Exemple de politiques de réduction des risques de glissement de terrains	31
Tableau 7 – Impacts négatifs majeurs des relocalisations et les droits humains liés	37
Tableau 8 – Comparaisons des montants investis et perçus d'une relocalisation préventive	42
Tableau 9 – Comparaison entre une relocation individuelle et une collective	44
Tableau 10 – Exemples de relocalisation : points positifs et négatifs	48
Tableau 11 – Evolution de la population entre 2001 et 2010 à Quito et périphérie	59
Tableau 12 – Nombre d'habitants par type d'emploi	107
Tableau 13 – Nombre d'habitants par niveau d'éducation	107
Tableau 14 – Trafic routier dans le bas de El Pedregal	108
Tableau 15 – Comparaison des résultats de l'inventaire et de l'enquête : Types de logements	112
Tableau 16 – Comparaison des résultats de l'inventaire et de l'enquête : Nombre d'étages	112
Tableau 17 – Nombre d'habitants interrogés par catégorie de revenu mensuel	118
Tableau 18 – QUARTIER : récapitulatif des caractéristiques	124
Tableau 19 – POPULATION : récapitulatif des caractéristiques	124

Index des Cartes

Carte 1 – Ville de Quito	57
Carte 2 – Migration de population des zones administratives	59
Carte 3 – Extension de la capitale au cours du temps	61
Carte 4 – Occupations du sol	62
Carte 5 – Schéma de circulation des transports en commun	64
Carte 6 – Stations et routes des BiciQuito	65
Carte 7 – Géologie de Quito	68
Carte 8 – Répartition des gorges dans la ville de Quito	69
Carte 9 – Coupes géologiques	70
Carte 10 – Événements passés de glissement de terrain en Equateur 1988-1998	71
Carte 11 – Événements passés mouvements de masses	72
Carte 12 – Susceptibilité dans la ville de Quito et Zones d'étude de l'Universidad Central del Ecuador	79
Carte 13 – Cas d'étude : La Pulida, Ana Maria Bajo et El Pedregal	79
Carte 14 – Susceptibilité dans le secteur d'étude et localisation des personnes interrogées	82
Carte 15 – Division des sous-quartiers de La Pulida	83
Carte 16 – Modèle 3D du relief et tracé des rues	84
Carte 17 – Classification des rues	89
Carte 18 – Itinéraires des bus	90
Carte 19 – Fonctions dans les quartiers	92
Carte 20 – Espaces publics extérieurs	94
Carte 21 – Typologie	95
Carte 22 – Matériaux de construction	97
Carte 23 – Courbes de niveau du secteur	99
Carte 24 – Géologie de La Pulida	101
Carte 25 – Gorge Habas Corral	104
Carte 26 – Typologie du bâti	110
Carte 27 – Proposition d'applications des politiques dans le secteur de La Pulida	132

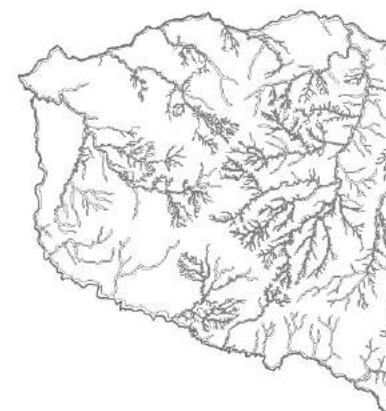
BIBLIOGRAPHIE

- Anzellini, V. (2012) Entre désastre et réinstallation : Le déplacement des populations suite à la catastrophe de Gramalote, Colombie. (Mémoire de maîtrise). Université de Neuchâtel.
- Auly T., Laymond P., Prat M-C., Veiga J. (2012). Petit vocabulaire des risques et des catastrophes d'origine naturelle. Bordeaux, France : Editions confluentes
- Ayala Mora E. (2008). *Resumen de historia del Ecuador* (3^{ème} édition). Quito, Équateur : Corporación Editora Nacional
- Avellaneda, P. & Lazo, A. (2011). Aproximación a la movilidad cotidiana en la periferia pobre de dos ciudades latinoamericanas. Los casos de Lima y Santiago de Chile. *Transporte y Territorio* 4(1), 47-58.
- Becerra, S. (2012). Vulnérabilité, risques et environnement : l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain. *VertigO* 12(1).
- Cannon, T. (1994). Vulnerability analysis and the explanation of « natural disasters » dans, A.Varley (dir.), *Disasters, development and environment* (p.13-30). Chichester, United Kingdom : John Wiley and Sons Ltd.
- Correa, E., Ramirez, F. et Sanahuja, S. (2011). Populations at Risk of Disaster: A Resettlement Guide. (Publication n°65355). Repéré sur le site de l'organisme The World Bank: <http://documents.worldbank.org/curated/en/612501468045040748/Populations-at-risk-of-disaster-a-resettlement-guide>
- Correa, E., Ramirez, F. et Sanahuja, S. (2011). Reasentamiento preventivo de poblaciones en riesgo de desastre: Experiencias de América Latina. Repéré sur le site de l'organisme The World Bank: <http://documents.worldbank.org/curated/en/564081468053039674/Reasentamiento-preventivo-de-poblaciones-en-riesgo-de-desastre-Experiencias-de-America-Latina>
- Custode, I., DeNoni, G., Trujillo, G. & Viennot M. (1992). La cangahua en el Ecuador : caracterizacion morfo-edafologica y comportamiento frente a la erosion. *Terra*, 10(1), 332-346.
- Chatelain, J-L., Gtillier, B., Yepes, H., Fernandez, J., Valverde, J., Tucker, B., ... Villacis, C.(1996) Projet pilote de scénario sismique à Quito (Équateur) : méthode et résultats. *Bulletin de l'Institut francais d'études Andins*, 25(3), 553-588.
- Desroches, A., Leriy A. & Vallée F. (2007). La gestion des risques : principes et pratiques (2ème édition). Paris, France : Lavoisier
- Djaout, I. (2009). Méthodes d'analyse des risques dans les entreprises générant des produits à risques. (Mémoire de maîtrise). Université Centrale de Paris.
- Fell, R., Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E., Savage, W. (2008). Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology*, 102(1), 85–98.
- Fell, R., Ho, K.K.S., Lacasse, S., Leroi, E. (2005, Janvier). A framework for landslide risk assessment and management. Communication au *International Conference on Landslide Risk Management*. Vancouver, Canada. Article repéré sur <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.462.6885>
- FLACSO Sede Ecuador. (2011). Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano: ECCO, Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador : Paulina Torres
- Flageollet, J-C (1988) Les mouvements de terrain et leur prévention. Paris, France : Masson
- Forbes, K. & Broadhead, J. (2011). Forests and landslides : The role of trees and forests in the prevention of landslides and rehabilitation of landslide-affected areas in Asia. (Rapport 2011/19). Bangkok, Thaïlande : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fort, M., Bétard, F., Arnaud-Fassetta, G. (2015). Géomorphologie dynamique et environnement. Paris, France : Armand Collin
- Joya Robles, S. (2007). Impactos del reasentamiento por vulnerabilidad en areas de alto riesgo : Bogota, 1991-2005. (Mémoire de maîtrise). Universidad Nacional de Colombia

- Menoni S. & Pesaro G. (2008) Is relocation a good answer to risk ? Criteria to help decision makers choose candidates for relocation in areas exposed to high hydrogeological hazards. *Disaster Prevention and Management*, 17(1), 33-53.
- O'Connor, J.T. & E. Rush, S & J. Schulz, Martin. (1987). Constructability Concepts for Engineering and Procurement. *Journal of Construction Engineering and Management*, 113(2), 235-248.
- Oliver-Smith, A. (1991). Successes and failures in post-disaster resettlement. *Disasters*, 15(1), 12-23.
- Oliver-Smith, A. (2017). The social construction of disaster risk: Seeking root causes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22(1), 469-474.
- Plaza Nieto, G. & Moreno Zevallos, O. (1994). La Josefina: lecciones aprendidas en Ecuador. *Desastres y Sociedad*, 3(1), 22-38.
- Qiana, Z. & Xue, J. (2017). Small town urbanization in Western China: Villager resettlement and integration in Xi'an. *Land Use Policy*, 68(1), 152-159
- Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad (2015) Atlas de amenazas naturales y exposición de infraestructura del distrito metropolitano de Quito (2ème édition) Quito, Ecuador : Quito Alcaldía
- Serrano, T. (2000). El riesgo de flujos de lodo en zonas urbanas : casos de las quebradas Pulida Grande, Habas Corral y San Lorenzo al noroccidente de Quito. (Mémoire de license). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Sghaier, W., Hergon, E., Desroches, A. (2015). Gestion globale des risques. *Transfusion Clinique et Biologique*, 22(3), 158-167.
- Tadgell, A., Doberstein, B. & Mortsch, L. (2017). Assessing the feasibility of resettlement as a climate change adaptation strategy for informal settlements in Metro Manila, Philippines. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22(1), 447-457.
- Tadgell, A., Doberstein, B. & Mortsch, L. (2017). Principles for climate-related resettlement of informal settlements in less developed nations: a review of resettlement literature and institutional guidelines. *Climate and Development*, 10(2), 102-115.
- Vlaeminck, P., Maertens, M., Isabirye, M., Vanderhoydonks, F., Poesen, J., Deckers, S., Vranken, L. (2016). Coping with landslide risk through preventive resettlement. Designing optimal strategies through choice experiments for the Mount Elgon region, Uganda. *Land Use Policy*, 51(1), 301-311.
- Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes dans Special Report, *Landslides: Analysis and control*, 176(1), 11-33.
- Zehetner, F. & Miller, W.P. (2006). Erodibility and runoff-infiltration characteristics of volcanic ash soils along an altitudinal climosequence in the Ecuadorian Andes. *Catena*, 65(1), 201-213.

Références internet

- Climate-Data.org (<https://es.climate-data.org>) est un site internet qui contient des données climatiques mondiales.
- El Comercio Ecuador (<https://elcomercio.com/actualidad/quito.html>) est un site internet d'un journal local équatorien, en ligne.
- El Telegrafo Ecuador (<https://eltelegrafo.com.ec/noticias/quito.html>) est un site internet d'un journal local équatorien, en ligne.
- British Geological Survey (<https://bgs.ac.uk>) est un site internet anglais qui contient des recherches sur l'environnement et les désastres naturels.



TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES

Relocalisation préventive des zones à risques de glissements de terrain
- L'enjeu de mobilité comme base d'un projet de relocalisation

CAS D'ÉTUDE

La conurbation des quartiers de La Pulida, Ana Maria Bajo et El Pedregal, à Quito, capitale de l'Équateur

ÉTUDIANTE

Perrine JACQUEMIN

PROMOTEUR

Jacques Teller

JURY

Frédéric COLLIN
Axel FISCHER
Fernando PUENTE SOTOMAYOR

MOTS CLEFS

Relocalisation préventive ; Glissements de terrain ; Urbanisation ;
Politiques d'aménagement du territoire.



Université de Liège - Faculté des Sciences Appliquées
Année académique 2017-2018

RÉSUMÉ

Le mémoire suivant étudie la relocalisation préventive des populations soumises à des risques de glissements de terrain. Il s'intéresse plus précisément à la manière dont la mobilité quotidienne de la population à risques peut influencer un projet de relocalisation.

Le travail se découpe en deux grandes parties : la théorie qui présente les sujets traités de l'étude et un cas pratique qui étudie l'enjeu de mobilité quotidienne pour un plan de relocalisation.

La partie théorique se compose de quatre chapitres qui développent les sujets concernant la problématique du travail. Il faut commencer par comprendre le glissement de terrain, ses différentes formes, les éléments qui le causent et ceux qui en sont affectés, et enfin, les solutions possibles pour les éviter.

Le deuxième chapitre s'intéresse à la gestion des risques de manière générale mais surtout pour les glissements de terrain. Plusieurs stratégies existent pour réduire et évincer les risques. Elles sont présentées de manière générale et seront plus tard appliquées au cas d'étude.

Le sujet commence à se préciser avec le chapitre suivant qui traite de la relocalisation et de la façon d'aborder un plan de telle ampleur selon les différents enjeux qu'elle implique. Le facteur de la mobilité quotidienne est analysé dans cette partie du mémoire. On y présente l'impact et l'importance qu'elle a sur un projet de relocalisation et sur la population affectée par cette dernière.

Le dernier volet théorique présente le tableau général du cas d'étude, c'est-à-dire la capitale équatorienne, Quito. L'analyse porte sur la structure et l'évolution urbaine de manière à comprendre l'organisation de la ville.

La partie pratique analyse un ensemble de trois quartiers du Nord-Ouest de Quito qui est une zone de la périphérie où se manifestent des mouvements de terrain. Sur base d'enquêtes réalisées auprès des habitants du quartier, on analyse leur quotidien et leur mobilité pour proposer des politiques de réduction des risques appropriées et entres autres un programme de relocalisation. La base de celui-ci est fondée sur les déplacements quotidiens de la population.

ORGANISATION DU TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDE

