

**Rapport de projet de fin de stage terrain**  
*Amélioration du thème sentier/chemin des bases de données  
de l'IGN.*



Sami Azaroual, Emmanuelle Devaux, Hubert Dupuy, Mathilde Letard

1<sup>er</sup> août 2018

## Remerciements

Nous voudrions présenter nos remerciements à notre référent de projet Hervé Quinquenel pour sa présence, son soutien et son aide durant toute la période du travail.

Nous aimerions également remercier toutes les personnes qui ont contribué à ce que notre travail soit mené à bien. Pour commencer, les agents territoriaux qui ont accepté d'échanger avec nous sur la question des sentiers et chemins tels que Salomé Delille de la Communauté de Communes Pays de Forcalquier - Montagne de Lure, Florence Cornuet et Jacques Lartigue de la Mairie de Forcalquier ainsi que les employés de l'Office de Tourisme. Ensuite, les pompiers du SDIS 04 de Digne-les-Bains qui ont pris de leur temps pour nous montrer leur travail cartographique et nous faire visiter leurs locaux. De même, les gérants de centre équestre tels que celle de « Lure à cheval » qui nous a apporté un regard neuf sur les attentes que nous pouvions avoir de notre sujet. Enfin, nous pensons également à toutes les personnes qui ont pris le temps de nous répondre et de débattre avec nous au téléphone comme Matthieu Vincent du département Alpes de Haute Provence – Service Environnement, compétence sentiers, les différents chefs de service de l'Office National des Forêts, de la Ligue de Protection des Oiseaux et le collecteur de la BDUni de l'IGN.

## Première partie

# Rapport

## Introduction

Un grand nombre de retours clients sur les cartes de l'IGN concernent des remarques sur l'information relative aux sentiers et aux chemins. Bien que le thème des sentiers et chemins soit peu présent dans les études qualité menées sur les produits, les constatations terrain, les retours utilisateurs et la généalogie de celui-ci dans la base de données semblent aller tous dans le sens que ce thème soit souvent d'une qualité moindre par rapport au reste des informations recensées par l'organisme. Les différentes cartes dérivées de la BD Topo comme la carte au 1 :25 000ème, vendue comme carte de randonnée touristique de référence, véhiculeraient donc des informations incomplètes et inactuelles.

Ce défaut de qualité devient de plus en plus problématique : les cartes étant souvent rééditées avec des données issues d'observations anciennes, les écarts avec la réalité mouvante du tracé des chemins s'agrandissent de plus en plus et gênent les utilisateurs de cartes IGN. En effet, nombre de collectivités locales ou autres acteurs du territoire comme les acteurs de la sécurité civile ou militaire se basent sur les données fournies par l'IGN pour organiser leurs actions. Ils ont donc besoin de données précises et justes pour connaître le terrain au sein duquel ils évoluent. Il apparaît donc essentiel de trouver des solutions pour remédier à ce problème et mettre à jour les données disponibles sur les sentiers et chemins plus régulièrement pour éviter de détourner un trop grand nombre d'utilisateurs potentiels des produits de l'IGN ou de les conduire à de mauvaises décisions.

L'IGN ne disposant plus des moyens nécessaires à l'envoi d'opérateurs sur le terrain pour mettre à jour la cartographie exhaustive des sentiers, une étude sur le potentiel de l'information collaborative a été lancée au sein de l'organisme et en interne au service des Bases de données Vecteur. Notre rôle est donc d'évaluer et de réfléchir à des sources d'information alternatives qui pourraient améliorer la qualité de l'inventaire des sentiers et des chemins. Cette étude s'inscrit dans la continuité d'un travail sur la qualité des cartes au 1 :25 000ème de l'IGN mené par des élèves ingénieurs de l'ENSG en 2017 qui mettait en lumière ce problème de façon très claire sur la région de Forcalquier. En nous basant sur la base de données interne de l'IGN (la BDUni) et sur le RGE Alti des Alpes de Haute Provence, sur des cartes de courses d'orientation, des orthoimages, des données LiDAR, *Strava*, *.gpx* et des plateformes collaboratives, nous avons donc poursuivi la réflexion engagée pour remédier aux défauts identifiés à propos des chemins et sentiers.

Pour cela, nous avons d'abord pris connaissance de l'ampleur du problème en nous renseignant sur la qualité réelle de la cartographie réalisée par l'IGN, avant de contacter différents acteurs auxquels nous avons songé comme potentiels collaborateurs. Nous avons ensuite exploré différentes pistes pouvant s'avérer être des solutions solides et durables. Enfin, nous avons évalué la qualité de ces pistes pour fournir un compte rendu complet de notre étude au service des Bases de données Vecteur de l'IGN.

# Table des matières

<b>I</b>	<b>Rapport</b>	<b>3</b>
	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Analyse du sujet</b>	<b>5</b>
1.1	Etat des lieux . . . . .	5
1.2	Prise en main/appropriation du sujet . . . . .	6
1.3	Echanges avec différents acteurs sur le terrain . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Solutions envisagées</b>	<b>10</b>
2.1	Données déjà disponibles à l'IGN . . . . .	10
2.1.1	Observations sur des orthoimages . . . . .	10
2.1.2	Télédétection sur des orthoimages . . . . .	11
2.1.3	Traitement et analyse de données LiDAR . . . . .	12
2.2	Données récupérables par le biais de la collaboration avec d'autres acteurs du territoire	14
2.2.1	Données <i>.gpx</i> et données <i>Strava</i> . . . . .	14
2.2.2	Cartes de courses d'orientation . . . . .	15
2.3	Données volontairement transmises à l'IGN par le grand public . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Qualification des résultats obtenus</b>	<b>20</b>
3.1	Solutions retenues . . . . .	20
3.2	Limites . . . . .	20
	<b>Conclusion</b>	<b>22</b>
<b>II</b>	<b>Annexe</b>	<b>24</b>
	<b>Diagramme de GANTT du projet</b>	<b>25</b>
	<b>Compte-rendu détaillé d'entretiens avec différents acteurs</b>	<b>26</b>
	<b>Automatisation du traitement préalable à l'exploitation des données Strava</b>	<b>29</b>
	Recommandations pour l'utilisation du programme . . . . .	29
	Code . . . . .	30
	<b>Critique et analyse de l'Espace Collaboratif de l'IGN</b>	<b>35</b>
	<b>Outils</b>	<b>39</b>
	<b>Sources</b>	<b>39</b>
	Bibliographie . . . . .	39
	Interlocuteurs . . . . .	39
	<b>Exemple de carte de course d'orientation</b>	<b>41</b>
	<b>Conclusions personnelles</b>	<b>42</b>
	<b>Tableau récapitulatif des résultats pour chacune des solutions explorées</b>	<b>44</b>
	<b>Statistiques détaillées</b>	<b>45</b>
	<b>Données .gpx</b>	<b>47</b>
	<b>Données Strava</b>	<b>47</b>
	<b>Présentation des zones utilisées pour effectuer les tests des différentes solutions</b>	<b>48</b>

# 1 Analyse du sujet

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous avons réalisé un travail préparatoire pour mieux cerner les différents aspects de la problématique et être en mesure d'y répondre sans s'égarer. Pour cela, nous nous sommes renseignés sur l'état actuel des données cartographiques et du terrain, puis nous avons précisé notre façon d'aborder le sujet en nous appuyant notamment sur des entretiens avec différents interlocuteurs.

## 1.1 Etat des lieux

Le but global de notre projet est de trouver des solutions permettant d'améliorer la cartographie des chemins et des sentiers au niveau national. Par contrainte matérielle et temporelle, nous avons restreint notre zone d'étude à Forcalquier et ses alentours. Nous voulons en fin de compte que la carte IGN représente avec le plus de véracité possible la vérité terrain que l'on observe.

Afin de cerner le plus possible notre sujet, nous nous sommes rendus, dans un premier temps, sur le terrain pour nous rendre compte des différents problèmes que nous allons rencontrer.

Voici les différents cas terrain observés :

### — Chemins/Sentiers manquants

Nous avons constaté que certains chemins ou sentiers étaient présents sur le terrain mais absents sur la carte IGN 1 :25 000ème. Cette absence peut s'expliquer par un défaut de mise à jour des données entre la date de création de la carte et les rééditions successives. De plus, dans les zones à fort couvert végétal, la détection de sentiers par photogrammétrie ou télédétection peut être compromise par la forte densité des arbres.

### — Confusion Chemin/Sentier

Un sentier est par définition une voie de circulation inaccessible aux véhicules et relativement étroite ( $\sim 1\text{m}$ ). Un chemin est par définition une voie de circulation carrossable et non bétonnée (large d'environ  $2,5\text{m}$ ). Sur le terrain nous avons découvert que bon nombre de chemins étaient classés en sentier et inversement. Cette confusion n'est globalement pas gênante pour un randonneur mais elle peut le devenir pour des unités de secours qui chercheraient à emprunter un sentier en véhicule.

### — Différence d'orientation du chemin

Pour beaucoup d'utilisateurs, l'orientation des chemins, la courbure des virages ou encore la présence d'éléments remarquables (cours d'eau, bories. ...) peuvent être des moyens de se repérer sur le terrain. Or, certaines de ces données sont obsolètes (destruction d'un bâtiment) ou inexactes, pouvant induire l'utilisateur en erreur.

### — Tracé biaisé

Il peut aussi arriver que le tracé cartographique d'un chemin soit mal placé sur une carte. Bien souvent le sentier se trouve à quelques mètres de l'endroit indiqué, mais cette différence peut néanmoins être piégeuse.

### — Présence d'informations inutiles

Des informations présentes sur le terrain peuvent perdre l'utilisateur. En effet un chemin cartographié mais peu ou pas visible sur le terrain peut tromper le lecteur en lui indiquant un « faux » point de repère.

Nous avons donc pu apporter quelques corrections à la cartographie des zones observées :

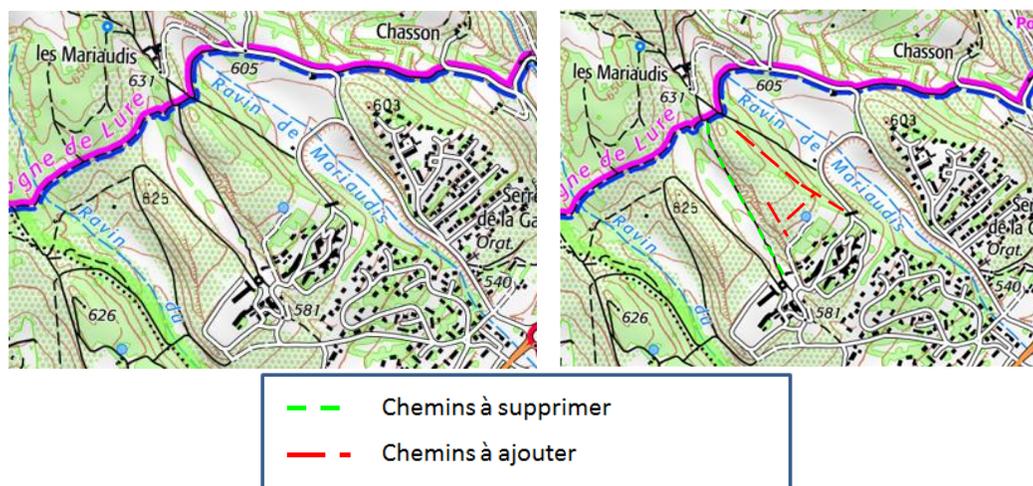


FIGURE 1 – Cartographie originale et corrigée des zones d’observation.

Ensuite, nous avons pris connaissance du rapport du projet qualité qui avait été réalisé l’année dernière afin de mieux comprendre les enjeux de notre sujet qui est une suite logique de leur étude.

Pour cela, nous avons rassemblé le plus de données possible qui pourraient nous aider dans nos travaux. L’avantage de disposer de différents jeux de données comme la BDUni, le Géoportail ou les cartes papier 1 :25 000ème est que l’on peut facilement les superposer pour en réaliser une comparaison et donc déterminer lesquels sont les plus fiables. En effet, les données informatiques (SCAN 25) sont généralement plus actualisées que les données papier, tout comme les traces *.gpx* présentes sur différents sites internet de randonnées mis à jour de manière régulière. Enfin, nous possédions également des orthophotos, des données LiDAR, des cartes de courses d’orientation, et nous sommes procuré des données *Strava*, données reflétant la densité de personnes ayant emprunté un même chemin.

De plus, nous avons, pendant nos semaines de projet, contacté les acteurs concernés par ce problème qui nous ont donné des pistes de réflexion et de solutions.

## 1.2 Prise en main/appropriation du sujet

Après avoir évalué le degré d’inexactitude de la base de données topographique de l’IGN sur les zones test (présentées en ), plusieurs angles d’attaque du sujet ont été envisagés. Il fallait d’abord définir précisément la notion de chemin ou de sentier mais aussi convenir d’un jeu de données de référence : les données en ligne – issues de la BDUni – plutôt que les cartes imprimées, mises à jour moins régulièrement. Au premier abord, nous nous attendions à récolter des données de différents collaborateurs potentiels. Pourtant, nous avons rapidement constaté que peu d’acteurs disposent de données supplémentaires à celles fournies par l’IGN. Nous avons donc rapidement recentré notre étude sur d’autres sources de données.

Ceci fait, nos recherches nous ont menés à avoir une connaissance bien plus ample de notre thème de projet. Ces quelques jours de renseignement général nous ont donc permis de gérer au mieux le traitement de notre problématique et de tirer le plus de profit possible du temps qui nous était donné pour apporter notre point de vue sur le problème. Nous nous sommes donc attelés à envisager le plus de solutions possibles pour les expérimenter, les qualifier et finalement nous faire une idée de celles qui nous paraissaient les plus solides.

De prime abord, disposant d’orthoimages et de données LiDAR, nous avons pensé à exploiter des techniques de télédétection et de photogrammétrie automatisables pour améliorer la qualité de l’information sur les sentiers et les chemins. Nous avons aussi envisagé de collaborer avec des acteurs du terrain comme des randonneurs, des chasseurs, des associations de protection de l’environnement ou

des organismes publics pour les inviter à nous transmettre des données. Enfin, des données déjà établies comme le cadastre ou les cartes réalisées par les organisateurs de courses d'orientation nous paraissaient être des sources fiables, du fait qu'elles nous aient été conseillées par des acteurs locaux : le service d'urbanisme de la mairie nous ayant redirigés vers le cadastre, et les cartes de courses d'orientation sont réputées pour être exactes, ayant été entièrement parcourues par des agents.

Nous avons donc commencé par appliquer chacune de ces solutions aux observations terrain faites pendant l'état des lieux des premiers jours pour ensuite convenir des pistes à approfondir ou à écarter.

Nous avons d'abord exploité la BDUi pour nous créer un jeu de données de référence que nous considérons comme étant représentatif de l'état actuel des données de l'IGN : à l'aide de requêtes sur celle-ci, nous avons fait un export de tous les figurés linéaires empruntables à pied ou en véhicule répertoriés, et avons ainsi obtenu une couche *shapefile* utilisable avec tous les autres types de données que nous avons dans un SIG.

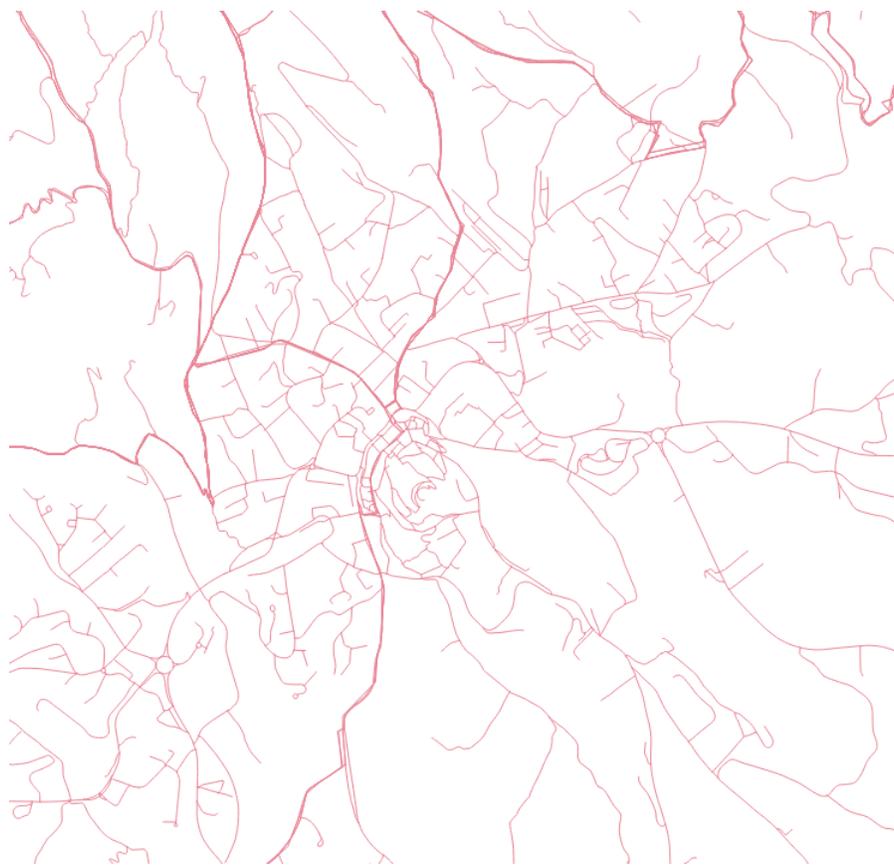


FIGURE 2 – Aperçu de la couche obtenue en extrayant des données de la BDUi.

Nous étions donc équipés pour commencer à envisager des axes solides d'étude.

A près réflexion, nous nous sommes contentés de considérer les données aériennes dont nous disposions déjà et avons considéré comme annexe par manque de temps l'évaluation de la qualité d'un traitement basé sur des images satellite acquises en hiver. De même, après avoir étudié les données du cadastre et les avoir comparées aux erreurs constatées et aux données sur les voies existantes, nous étions d'accord pour ne pas considérer cette source comme une potentielle solution, les chemins et sentiers n'étant pas toujours visibles entre les parcelles, et le thème public-privé n'étant pas notre priorité. Enfin, nous avons convenu que nous devons nous concentrer sur l'amélioration du répertoire des sentiers et chemins non balisés : les sentiers balisés sont en effet bien décrits dans la BDUi grâce au travail des opérateurs « MAJEC » du département des Alpes de Haute Provence, et leurs données sont publiques et transmises à l'IGN. Pour cela, nous avons eu l'idée de nous procurer sur internet des traces GPS de marcheurs pour voir si les données sur le comportement des gens nous informaient sur la réalité du terrain.

Ainsi, nous sommes parvenus à une répartition des tâches efficace et à une organisation plus précise de nos semaines de recherche, qui se sont finalement déroulées comme le diagramme de GANTT ci-dessous l'illustre :

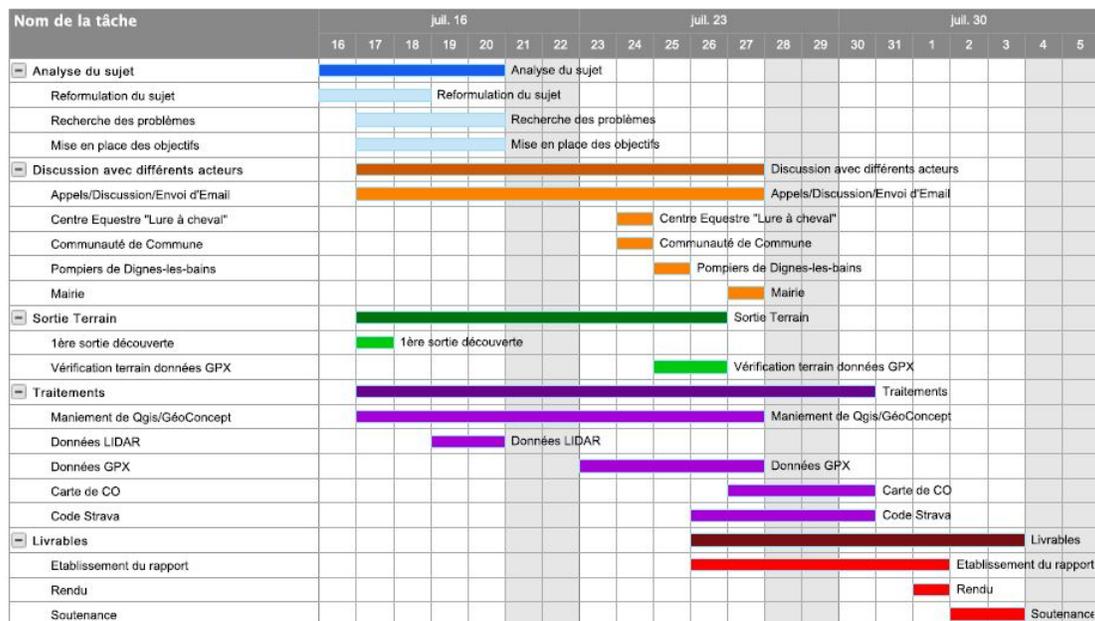


FIGURE 3 – Diagramme de GANTT illustrant le déroulement du projet (grand format en page 25).

On peut récapituler le travail de réflexion effectué comme suit :

Piste de réflexion	Etat	Importance	Temps consacré
Données LiDAR	Poursuivie	+	+
Orthoimages de 2015	Poursuivie	++	++
Images acquises en hiver	Abandonnée	-	-
Traces <i>.gpx</i>	Poursuivie	+++	+++
Discussion avec acteurs locaux	Poursuivie	++	+++
Méthodes de télédétection	Poursuivie	++	++
Traces de <i>www.strava.com</i>	Poursuivie	++	++
Cadastre	Abandonnée	-	-
Etude statistique	Poursuivie	++	+
Cartographie participative	Poursuivie	+++	++
Cartes de CO	Poursuivie	++	++

TABLE 1 – Tableau résumant le résultat de la phase de réflexion.

Nous nous sommes donc fixé pour objectif d'évaluer les pistes constituées par l'exploitation des orthoimages, des données LiDAR, des traces *.gpx* de randonneurs ou autres sportifs, de données téléchargées sur *strava.com* et de cartes de courses d'orientation. Nous avons aussi cherché à évaluer le potentiel d'un espace de remontée d'informations comme l'*Espace Collaboratif* de l'IGN.

### 1.3 Echanges avec différents acteurs sur le terrain

Afin de comprendre les attentes, besoins et remarques des différents utilisateurs des données IGN qu'elles soient sous forme de cartes papier ou sur internet, nous avons contacté une large plage d'acteurs pouvant nous apporter des réponses sur notre problématique, tels que :

- Des associations de randonneurs
- Des gérants de centres équestres
- Des agents territoriaux (Mairie, Communauté de Communes, Office du Tourisme. . .)
- Des pompiers, gendarmes
- Les gestionnaires de la BDUni de l'IGN
- Des associations telles que l'ONF, la LPO. . .

Nous avons aussi cherché à joindre d'autres personnes ou organismes mais qui n'étaient pas disponibles ou à même de répondre à nos questions.

De ces diverses rencontres, nous pouvons retenir que les pistes touristiques n'avaient pas grand chose à nous apporter car elles ne contenaient que des informations sur les sentiers balisés que nous avons déjà. Nous avons aussi pu constater que l'information sur les sentiers et chemins était utile aux organismes d'activités de nature et que celle-ci souffrait d'un manque d'actualité : des sentiers non entretenus se referment, d'autres s'ouvrent au fil du temps et du passage des usagers. On nous a aussi fait part du problème de la distinction entre voie privée et publique, qui n'est pas présente dans les bases de données de l'IGN et qui fait entrave au bon déroulement de certaines activités. En outre, une rencontre avec le responsable de la cartographie du SDIS de Digne-les-Bains nous a appris que l'information sur les sentiers était peu utile aux services de secours, qui ne ressentaient pas l'impact de la non exhaustivité des informations sur ce thème sur leur travail. Il était aussi intéressant d'entendre que les pompiers utilisaient le principe de la cartographie participative pour mettre à jour manuellement leur jeu de données. Ils préfèrent en effet continuer à modifier leur export de la BDUTopo de 2012 plutôt que de télécharger une version plus actuelle des données de l'IGN, de peur de perdre en qualité d'information par rapport au jeu qu'ils se sont constitué et de perdre la cohérence avec leur mise à jour. Enfin, le fait que le département utilise un site de remontée par les usagers d'informations sur l'état des sentiers balisés nous a conforté dans notre choix d'explorer la piste de la cartographie participative.

(Un compte rendu détaillé se trouve en page 26)

## 2 Solutions envisagées

Après avoir réalisé le travail nécessaire en amont, nous avons pu passer à une réflexion plus technique sur les solutions pouvant potentiellement servir à améliorer la qualité du thème sentier et chemin dans la BDUni. Nous avons pour cela envisagé des traitements sur des données de l'IGN, mais aussi l'exploitation de données extérieures récupérables en collaborant avec d'autres acteurs et enfin le potentiel de l'utilisation d'informations volontairement transmises par le public à l'IGN.

Pour chacune des pistes explorées, nous recensons les différents points faibles et points forts de ces méthodes, ainsi que le temps nécessaire au traitement de chacune d'entre elles, et ce pour une zone géographique de 25km<sup>2</sup>. Ici, par « temps de traitement », nous n'entendons que le temps pour déceler une erreur de cartographie (ajouter ou supprimer un chemin/sentier). En effet nous avons un fichier *.shp* recensant tou.te.s les routes/chemins/sentiers existants dans notre zone. Il s'agit donc pour nous de comparer les différents supports à cette couche. Une synthèse est présente en II.

### 2.1 Données déjà disponibles à l'IGN

#### 2.1.1 Observations sur des orthoimages

En parallèle de notre travail sur les images LiDAR, nous nous sommes intéressés aux orthoimages pouvant être utilisées dans le cadre de l'amélioration du thème sentier/chemin.

Nous avons à notre disposition les orthoimages (à la résolution de 20cm) pour tout le département du département des Alpes de Haute Provence. Nous avons sélectionné celles concernant la zone de Forcalquier que nous avons ensuite comparées à la vérité terrain, ainsi qu'aux images LiDAR et à la carte 1 : 25000ème.

Les orthoimages ont l'avantage d'être intuitives, faciles à produire et à exploiter. Cependant dans certaines conditions leur interprétation peut porter à confusion, c'est principalement le cas pour ce qui touche aux sentiers et aux chemins.

Bien souvent la BDUni de l'IGN est mise à jour à partir des nouvelles orthophotos de la zone produites environ tous les cinq ans. Malheureusement le territoire à traiter reste très important pour les personnes chargées de mettre cette base à jour, et il arrive que certains chemins ne soient pas détectés ou que certains « marquages » soient identifiés comme étant des sentiers sans que ce soit forcément le cas. De même sous fort couvert végétal les sentiers peuvent être partiellement voire totalement cachés par la végétation.

Sur l'exemple suivant on peut observer une zone pouvant porter à confusion.



(a) Multitude de tracés pouvant être identifiés comme des sentiers



(b) Sentier partiellement caché par la végétation.

FIGURE 4 – Zones difficiles à interpréter.

Finalement, on peut répertorier les résultats obtenus avec des orthoimages comme suit :

	Point faible	Point fort	Temps de traitement
Orthoimages	-confusion possible entre un sentier et de la terre à nue (ex : aux Mourres)	-très intuitive et facile à analyser -radiométrie explicite -classification possible, donc gain de temps et réduction du taux d'erreur	6 heures (environ 15 minutes pour 1 orthoimage)

FIGURE 5 – Qualité des résultats avec les orthoimages.

### 2.1.2 Télédétection sur des orthoimages

Au cours de notre projet, nous avons envisagé d'utiliser la télédétection sur des orthoimages dans le but de faire ressortir les sentiers et les chemins. Pour ce faire nous avons choisi une orthophoto comprenant à la fois des sentiers en terre, en pierre, de la végétation et des zones anthropisées.

Nous avons travaillé à partir de QGIS et plus particulièrement du module OTB (Orfeo ToolBox) afin de faire notre classification. Nous avons suivi les étapes classiques du TP Terrain de classification d'occupation du sol. Vous pourrez trouver ce TP dans l'archive du projet.

L'étape principale de cette classification repose sur la segmentation. C'est lors de cette étape que notre orthophoto va être scindée en clusters. Pour la différenciation des sentiers et chemins nous nous intéresserons principalement à la radiométrie de l'image. En effet ces derniers se démarquent assez facilement des forêts ou des cultures de par leur couleur. Ainsi en définissant une grande sensibilité radiométrique nous pouvons séparer les zones de sentiers et chemins des autres.

Nous n'avons cependant pas pu pousser cette expérimentation plus loin faute de temps même si nous pouvons déjà repérer la plupart des sentiers ou chemins de par leur forme longiligne (cf : figure ci-dessous). La méthode pourrait donc se montrer efficace en parvenant à automatiser le processus, d'autant plus qu'elle pourrait remplacer des phases de photo-identification en zone découverte.

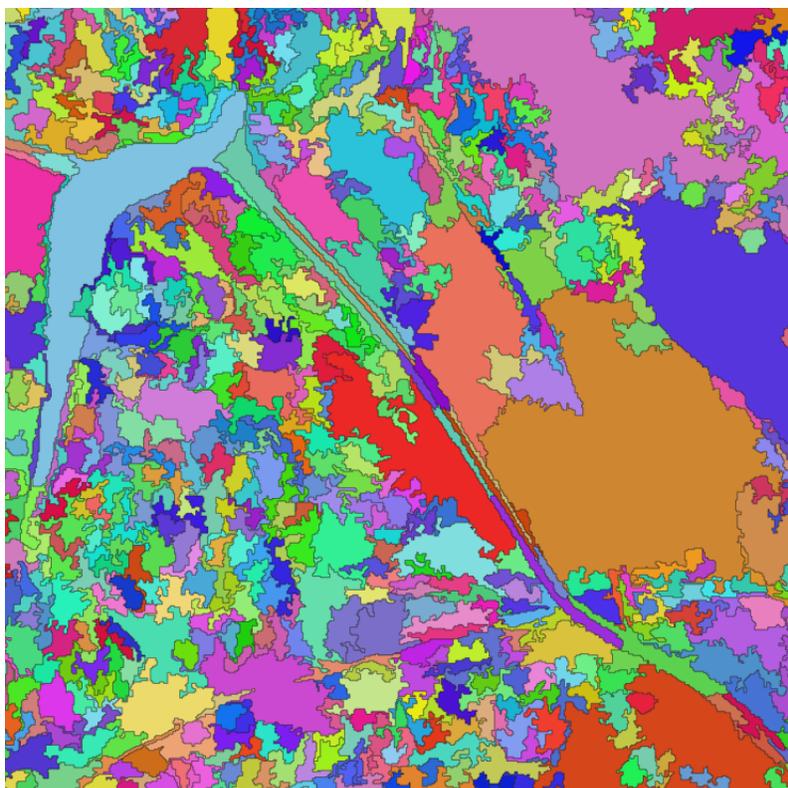


FIGURE 6 – Segmentation réalisée sur une orthophoto.

### 2.1.3 Traitement et analyse de données LiDAR

Pour notre projet, nous avons à disposition des données LiDAR à deux points théoriques par mètre carré datant de 2015 et recouvrant tout le département des Alpes de Haute-Provence. Nous avons sélectionné trois dalles situées sur nos zones d'étude, chacune d'entre elles ayant une superficie de 1 km<sup>2</sup>. Nous avons dû restreindre la quantité de données LiDAR utilisées. Sur la totalité du département des Alpes de Haute Provence nous avons près de 100 Go de données, une telle quantité d'information est bien trop lourde à traiter sur les postes informatiques mis à notre disposition.

Le LiDAR est une technologie utilisant le laser dans le but d'obtenir des informations sur l'occupation du sol ou sur le relief.

Après avoir calculé sur QGIS l'ombrage sur les images LiDAR, nous avons superposé ces dalles et les autres données (orthophoto, fond de carte 1 : 25000ème...). Cette étude comparative a pour but de connaître l'apport des données LiDAR en remplacement ou en complément des autres jeux de données, la mise en place d'un ombrage permettant de mettre en valeur la présence du relief sur les zones d'étude.

Lors de notre première sortie sur le terrain, nous avons trouvé une zone au sud-ouest de Forcalquier comportant un grand nombre de sentiers non répertoriés sur la carte 1 : 25000ème. Nous avons donc cherché à savoir si ces sentiers étaient détectables (de façon manuelle dans un premier temps) sur les images radar.

Grâce aux images produites à partir des données LiDAR on ne se focalise que sur le relief et non plus sur la radiométrie des zones en question. La radiométrie est souvent une source de confusion (cf : utilisation des orthophotos).

Pour la détection des chemins/sentiers, on se focalisera sur la recherche de formes rectilignes, relativement fines et légèrement affaissées.

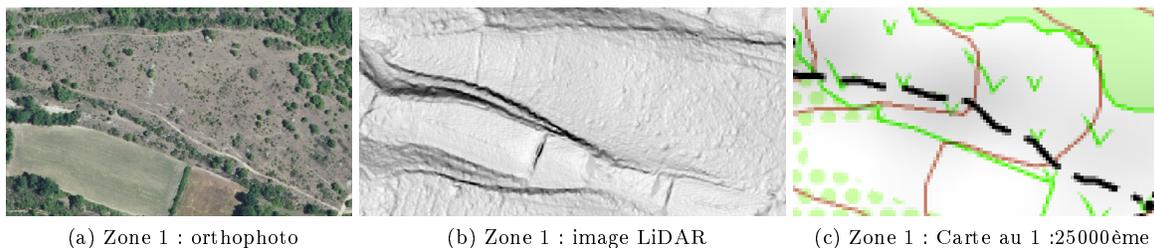


FIGURE 7 – Comparatif d'une même zone vue sur différentes sources.

Sur l'orthoimage ci-dessus on observe un sentier qui forme une boucle, nous avons remarqué lors de notre première reconnaissance que ce sentier est en grande partie absent de la carte 1 : 25000ème. Il a donc fallu voir si les images issues des acquisitions LiDAR pouvaient apporter une information supplémentaire par rapport aux orthoimages. Sur notre Zone 1 nous pouvons très nettement observer la totalité du sentier pourtant absent sur la carte 1 : 25000ème. Lorsqu'on passe en image obtenue avec du LiDAR, on remarque que les routes ou les chemins suffisamment larges ressortent assez facilement. Ils apparaissent sous la forme de traces assez lisses, de plus la route étant en général plate, elle ressort aussi du décor grâce à la différence de relief entre cette dernière et les fossés ou contrebas qui peuvent l'entourer. Cette différence de relief implique un contraste différent entre les deux zones.

Ensuite nous avons testé la qualité des images obtenues avec des données LiDAR sur des sentiers plus petits ou sous couvert végétal plus important.

Nous avons pu constater qu'en dessous de 20cm de large, les sentiers présents sur le terrain devenaient indétectables sur les images LiDAR, comme on peut le voir sur les images issues de données LiDAR suivantes :



(a) Orthoimage : sentier peu visible

(b) LiDAR : sentier peu visible

FIGURE 8 – Même sentier observé sur deux sources d'information.

Cependant, il reste important de noter que la technologie LiDAR a pour principal atout de pouvoir ignorer les éléments végétaux en passant au travers. Ainsi le LiDAR peut être utilisé en milieu forestier ou sous couvert végétal afin de détecter des chemins ou sentiers cachés sous la végétation. Sur l'orthoimage suivante on peut observer que le chemin est presque exclusivement caché par les arbres mais lorsqu'on passe à l'imagerie LiDAR, on observe très distinctement le sentier. De plus, ces constats sont réalisés sur des données LiDAR de basse résolution : avec du LiDAR à 16 points théoriques par mètre carré, on peut espérer avoir des résultats de détection bien meilleurs.



(a) Orthoimage : sentier sous couvert végétal

(b) LiDAR : sentier sous couvert végétal

FIGURE 9 – Sentier sous couvert végétal vu sur deux sources de données.

Finalement, les résultats obtenus sont les suivants :

	Point faible	Point fort	Temps de traitement
Images récupérées grâce aux données LiDAR	-peu pertinent pour détecter des petits sentiers et sensible aux confusions (cours d'eau/sentier/murs en pierres)	-très efficace en forêt et sous couvert végétal	7 heures (environ 20 minutes pour 1 image LIDAR)

FIGURE 10 – Qualité des résultats avec les données LiDAR.

## 2.2 Données récupérables par le biais de la collaboration avec d'autres acteurs du territoire

### 2.2.1 Données *.gpx* et données *Strava*

Le problème le plus souvent rencontré est l'absence de données actuelles concernant d'éventuels nouveaux chemins ou sentiers. Compte tenu du nombre de personnes nécessaires pour effectuer une couverture nationale, il fallait trouver un moyen alternatif de faire remonter d'éventuelles erreurs. Ainsi, nous avons pensé à récupérer les données *.gpx* produites par des particuliers et en libre accès sur des sites tels que *Visorando*, *Visugpx*, *OpenRunner*.

Une fois les traces récupérées, elles ont été comparées aux routes, chemins, sentiers répertoriés sur la BDUni. Cependant, d'importantes portions n'étaient représentées ni sur les cartes 1:25000ème, ni sur la BDUni. Ainsi, une vérification s'imposait. Dans un premier temps, une vérification par orthoimages a été effectuée. Cependant, pour les zones de forêt fermée, de limite de culture, ainsi que de lit de rivière, un contrôle sur le terrain était nécessaire.

De plus, sur le terrain, nous nous sommes heurtés à plusieurs problèmes. Le plus important d'entre eux était la fiabilité de l'itinéraire constitué par les points *.gpx*. En effet, bien que certains tracés étaient très faciles à suivre et semblaient bien ancrés dans la végétation, d'autres étaient presque recouverts, ou simplement dus au passage d'exploitants agricoles. Ainsi, nous avons considéré comme des « tracés » uniquement les tracés que l'on pouvait distinguer et suivre de manière très simple. Les autres ont été répertoriés comme « Absence de tracé ».

	Longueur totale Absence de tracé sur le terrain (en m)	Longueur totale tracé présent sur le terrain (en m) mais pas sur la carte	Fiabilité des données <i>.gpx</i> en cas d'absence de données cartographiques
Tous types de chemins/sentiers	4302	10826	0.7156
Chemins/sentiers de plus de 200m uniquement	3837	10153	0.7257

FIGURE 11 – Fiabilité des données *.gpx*

Ainsi, nous pouvons voir que les données *.gpx* sont relativement fiables (dans plus de 70% des cas dans lesquels la trace *.gpx* ne passait pas par un sentier présent sur la carte, elle permettait la découverte d'une voie présente sur le terrain) mais ne constituent pas une source d'information infaillible puisque les erreurs identifiées sont parfois de simples raccourcis empruntés par les marcheurs. Dès lors, elles peuvent intervenir plus comme un premier ratissage, qui va cibler des zones plus petites sur lesquelles il faudra se concentrer.

### Temps mis lors de l'utilisation des données *.gpx*

Un problème s'est posé lors de cette approche, en effet, il a fallu plus de 6 heures pour télécharger, traiter, comparer avec la BDUni les 90 fichiers qui ont servi à l'étude. Cela aurait pu être évité grâce à une automatisation de la comparaison chemins existants - traces. Cette automatisation serait d'autant plus utile à l'échelle nationale. Nous avons donc commencé à mettre en place une automatisation de comparaison. Cependant nous nous sommes rendu compte que cela avait été fait par des élèves en deuxième année de cycle ingénieur dans le cadre de leur projet de développement.

Sur le terrain, nous avons eu besoin de deux journées entières pour vérifier la fiabilité de 12 km de chemins et sentiers potentiels. Ce temps prend déjà en compte les sentiers et chemins non présents dans la BDUni mais repérables par analyse des orthoimages (voir le détail en page ). Ces sentiers représentent 43 % des sentiers et chemins totaux non présents dans la BDUni mais dont l'existence a été signalée par les traces.

Ainsi, afin de réduire le temps de ce traitement, il faut qu'il soit automatisé, dans l'idéal que les traces *.gpx* arrivent directement à l'IGN et que les orthoimages soient analysées en aval.

## Strava

Les données *.gpx* étant une source de données avec ses limites de recouvrement du territoire, il nous fallait des données plus complètes. C'est pourquoi nous avons utilisé le site *Strava* qui répertorie les traces de tous les sportifs étant passés par un itinéraire, avec un indice de fréquentation représenté par le nombre de traces passant par un même itinéraire.

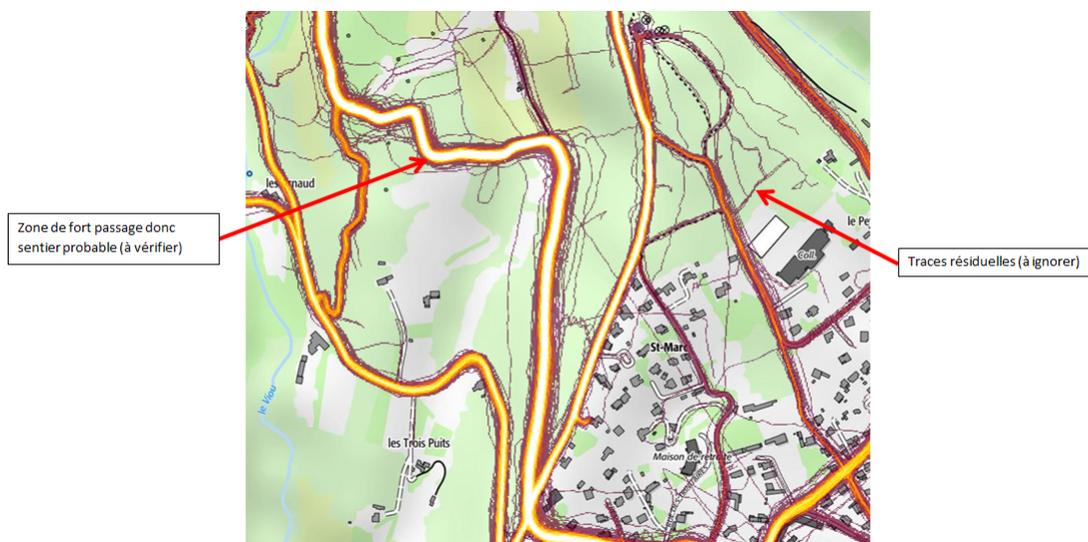


FIGURE 12 – Illustration du principe des données *Strava*

Ainsi, ces données *Strava* sont beaucoup plus visuelles et complètes que les données *.gpx*, et constituent donc une base de données plus exhaustive, surtout si elles sont couplées à des signalements d'utilisateurs. Une automatisation de la lecture et de la comparaison de la BDUi de ces fichiers *Strava* permet donc un gain de temps et d'informations. Nous nous sommes donc attelés à la réalisation d'un code *python* permettant d'obtenir le lien de téléchargement des dalles de données *Strava* et de réaliser automatiquement les pré-traitements nécessaires à leur utilisation dans un SIG (géoréférencement, etc). Celui-ci est disponible en page 29.

Au final, la qualité des résultats obtenus pour ce type de données est la suivante :

	Point faible	Point fort	Temps de traitement
<i>gpx/Strava</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ne recouvre pas l'ensemble du territoire,</li> <li>-fiabilité de 70% (sur notre échantillon)</li> <li>-aucune base de données commune recensant l'ensemble des fichiers <i>.gpx</i> existants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-collecté directement par les utilisateurs</li> <li>-permet de découvrir des potentielles erreurs invisibles ailleurs</li> <li>-fiabilité augmentée lorsque plusieurs sources décrivent un itinéraire non renseigné</li> <li>-43% des erreurs de cartographie ont été validés par orthoimages, donc sans aller sur le terrain, gain de temps</li> </ul>	<p>6 heures avec la collecte et la comparaison manuelles, en cas d'automatisation il faudrait 10 minutes</p>

FIGURE 13 – Qualité des résultats avec les données *.gpx* et *Strava*.

### 2.2.2 Cartes de courses d'orientation

Si le territoire français, et plus particulièrement les zones rurales, forestières et montagneuses, est relativement mal décrit par les cartes 1 :25 000ème, il est parfois bien couvert par des cartes de CO

(course d'orientation). Cette pratique se développe et se diversifie, et on voit apparaître de plus en plus de clubs.

Nous avons étudié dans cette partie la fiabilité de ces cartes et leur possible utilité pour l'amélioration du thème sentier/chemin de l'IGN.

Dans un premier temps, en se connectant sur le site de la Fédération Française de Course d'Oriente [www.ffcoorientation.fr](http://www.ffcoorientation.fr), nous pouvons avoir accès à la position d'une multitude de cartes de CO réparties sur tout le territoire français, aussi bien en zone urbaine qu'en zone rurale. Sur le site internet de la FFCO, on trouve près de 8000 cartes de CO recensées. Chaque carte couvre en moyenne 5km<sup>2</sup>. En additionnant toutes les cartes on obtient une couverture d'environ 40 000km<sup>2</sup> (à mettre en parallèle avec la superficie de la France métropolitaine qui est de 543 965 km<sup>2</sup>). Cependant il est important de noter que bon nombre de cartes de CO ne sont pas mises en ligne sur le site de la Fédération. En effet, les cartes provenant du jeu de données avec lequel nous avons travaillé pour ce projet (données disponibles dans l'archive du projet) ne sont pas visibles sur le site de la Fédération. Nous pouvons donc supposer qu'en ajoutant ces cartes à la base de données déjà existante, nous pourrions obtenir une surface couverte bien plus importante.

Pour étudier la fiabilité des cartes, nous nous sommes intéressés à la carte *Pays de Forcalquier*, qui représente une zone de 55km<sup>2</sup>.

Les cartes de CO reprennent tous les éléments linéaires (sentiers, routes, cours d'eau...) qu'on retrouve sur une carte classique mais avec une précision plus importante. Elles sont principalement conçues à partir des vérifications terrain et en se basant sur des cartes déjà existantes.

Nous allons vérifier ici si les informations comprises sur cette carte de CO sont conformes avec les informations présentes sur les orthoimages et sur la carte au 1 :25000ème.

Globalement, les cartes de CO sont extrêmement précises et possèdent un surplus d'informations par rapport aux cartes topographiques, puisqu'elles ont été réalisées par des cartographes ayant parcouru méticuleusement et complètement l'ensemble de la zone décrite. Ces informations (pylônes électriques, dépressions, bâti...) ne sont généralement pas nécessaires pour l'IGN.

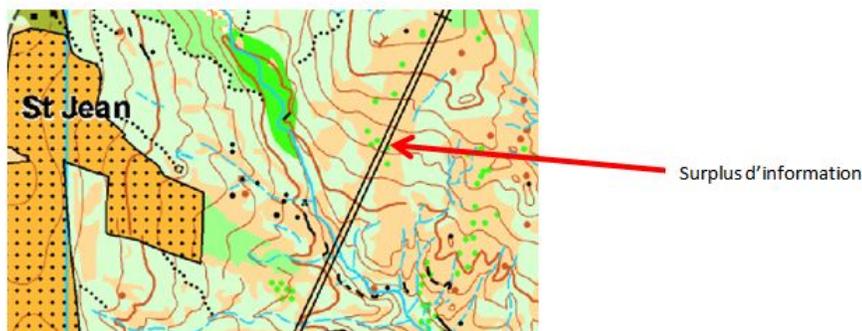


FIGURE 14 – Illustration du surplus d'information présent sur une carte de course d'orientation.

Pour le thème sentier/chemin, nous avons sélectionné de manière manuelle des sentiers présents sur la carte du *Pays de Forcalquier* mais absents des cartes topographiques de l'IGN et invisibles à partir d'orthoimages, à cause du couvert végétal.

Nous avons sélectionné l'exemple suivant :

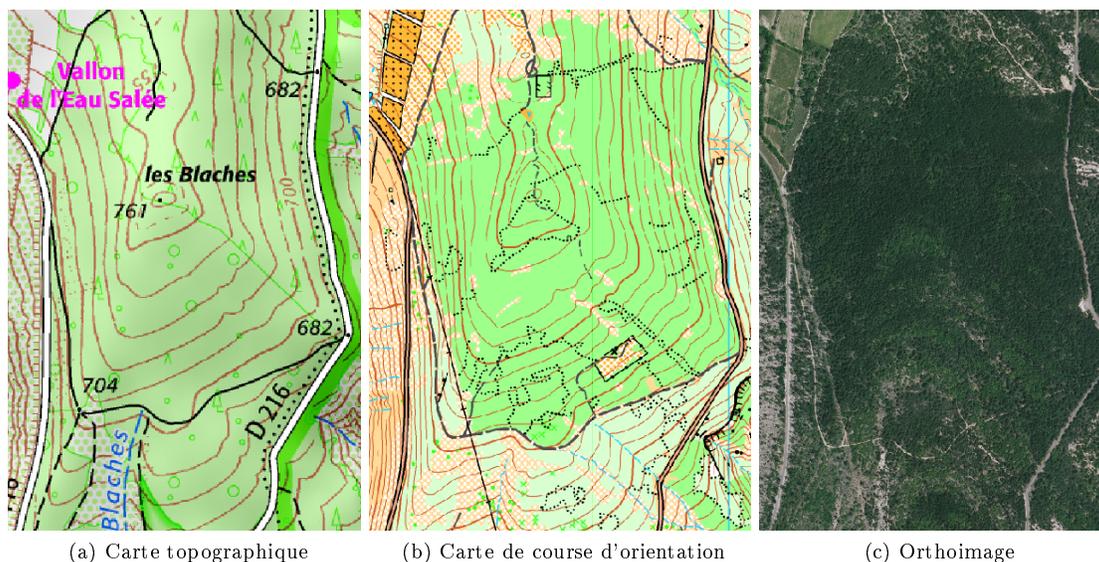


FIGURE 15 – Exemple de différences dans les cartes.

Les sentiers visibles sur la carte de CO n'apparaissent ni sur le plan topographique, ni sur l'orthoimage. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'à l'origine les sentiers en question n'ont pas pu être restitués par imagerie aérienne à cause de la végétation. La carte n'a ensuite probablement pas pu être mise à jour par l'IGN, faute de moyens et de réelle nécessité. Or sur la carte de CO ces sentiers sont renseignés car un cartographe ou topographe a pu se rendre sur le terrain et ainsi relever le sentier auparavant caché.

Cet exemple n'est évidemment pas le seul détectable sur la carte *Pays de Forcalquier*. Les cartes de CO ne semblent pas avoir de déficit d'informations par rapport aux plan topographiques. Cependant il faut être prudent : certains sentiers disparaissent au cours du temps et ces sentiers ne sont pas toujours supprimés des cartes de CO.

L'idéal serait donc d'extraire de manière automatique les couches de vecteurs représentant les chemins et sentiers non balisés des cartes de CO, les comparer à la BDUni et en cas de non correspondance ajouter ces portions de vecteurs à la BDUni. De cette manière nous pourrions avoir une mise à jour partielle mais automatique de la base de données, et ce sans vérification terrain de la part de l'IGN.

Pour ce faire, nous avons pensé à poursuivre un des partenariats déjà existant avec la FFCO : grâce à cela nous pourrions avoir accès à leur Base de Données de cartes et ainsi améliorer celle de l'IGN.

(Un exemple de carte de course d'orientation est fourni en page 41).

On peut résumer les résultats obtenus en analysant ces cartes comme suit :

	Point faible	Point fort	Temps de traitement
Données fournies par des organismes (CO, .shp)	-information importante aux yeux de l'organisme qui la fournit, ça ne l'est pas forcément pour l'IGN	-vérité terrain importante -niveau de détail important	1h30 d'analyse, puis 5 heures pour ajouter les sentiers/chemins à la BDUNI

FIGURE 16 – Qualité des résultats avec les cartes de CO.

### 2.3 Données volontairement transmises à l'IGN par le grand public

En plus de la cartographie collaborative telle qu'on l'entend, il existe la cartographie participative. En effet des applications communautaires et participatives telles que *Waze* concernant les problèmes

sur la route, sont de plus en plus utilisées. Les personnes renseignent un problème sans rien attendre en retour si ce n'est d'être averties par les autres membres de la communauté en cas d'un autre problème.

Ainsi, sur ce modèle, l'*Espace Collaboratif* de l'IGN, dont une critique est jointe en page 35, a été développé. Cependant il n'est aujourd'hui ouvert qu'à des groupes de professionnels. Or durant nos recherches nous avons rencontré de nombreux particuliers qui seraient prêts à faire des signalements s'ils en avaient la possibilité. L'idée de l'ouverture d'une telle application au public permettrait donc de recueillir un plus grand nombre d'informations locales.

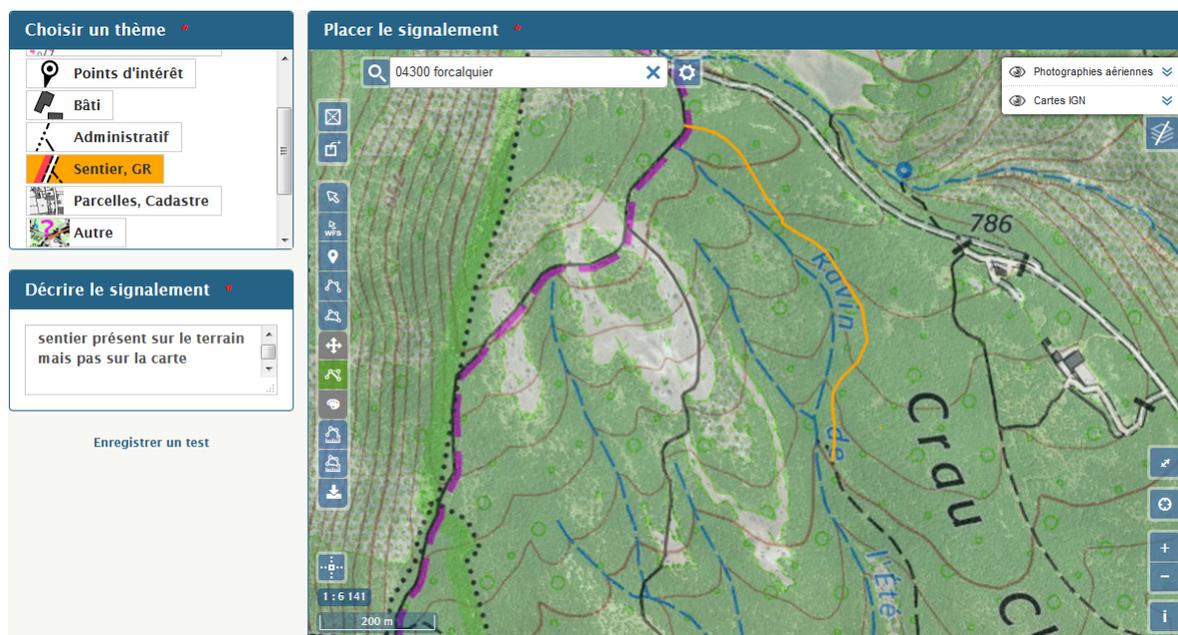


FIGURE 17 – Exemple d'ajout d'un sentier non existant sur l'*Espace Collaboratif*

Ainsi, dans le cas où une zone est signalée, il serait demandé à la communauté ou à l'IGN de vérifier directement l'information. L'avantage dans ce mode de fonctionnement est que l'IGN n'aurait à se déplacer que dans des zones signalées, ce qui veut dire que les zones non signalées seraient soit correctes, soit non utilisées et donc potentiellement à l'abandon.

Des applications publiques de signalement existent déjà. C'est le cas de *Suricate*, proposée par les départements pour s'assurer du bon état de leurs itinéraires balisés. Cependant, il existe une lacune dans la gestion de l'application. En effet, seuls 30% des signalements ont été traités, le reste demeurant en attente.



FIGURE 18 – Statistiques sur les signalements réalisés sur Suricate.

C'est donc un point essentiel à retenir : si l'IGN voulait ouvrir l'*Espace Collaboratif*, il faudrait avoir une grosse équipe de modération, de manière à pouvoir gérer tous les signalements et donc avoir la base de données la mieux renseignée possible.

Cependant, les utilisateurs ne sont pas les seules personnes à pouvoir participer à ces cartes ou à l'actualisation de la BDUni. En effet, lors de notre rencontre avec M.Delli, pompier en charge de la cartographie à Dignes-les-Bains, nous nous sommes renseignés quant à la faisabilité d'un export régulier de la base de données avec laquelle il travaille. En comparant les traces des attributs sentiers, chemins et routes avec la BDUni grâce à l'automatisation de la comparaison des traces, on aurait de

manière régulière un ajout d'itinéraires, ou du moins une mise à jour. Cela ne coûterait donc que très peu de temps à une organisation ou une association de nous transmettre ses données de manière brute. Ainsi, la participation peut toucher une grande partie de tous les utilisateurs du terrain.

Pour résumer, on obtient les résultats suivants :

	Point faible	Point fort	Temps de traitement
Espace collaboratif	-peu connu et manque de visibilité, encore trop peu de contributeurs -en cas d'ouverture à un public plus large, implique une équipe de modération plus large	-très facile à prendre en main -ne nécessite que très peu de post traitement -information très fiable de par le professionnalisme des contributeurs	dépend du nombre de signalements, si la fiabilité de ces derniers est vérifiée, aucun temps de traitement

FIGURE 19 – Qualité des résultats avec les plateformes collaboratives.

## 3 Qualification des résultats obtenus

Après avoir exploré plusieurs types de solutions possibles, nous avons cherché à évaluer leur fiabilité et leur durabilité, dans le but d’apporter une réponse la plus solide possible au problème soulevé par les clients de la carte 1 :25000ème. Au vu de cette analyse et en tenant compte des limites de chaque solution possible, nous nous sommes prononcés sur les moyens d’améliorer la cartographie des sentiers et chemins qui nous paraissaient les plus optimaux.

### 3.1 Solutions retenues

Ainsi, la déduction à laquelle nous arrivons à la suite de cette étude est que l’IGN a tout intérêt à compter sur l’aide de contributeurs multiples afin d’actualiser sa BDUi sur le thème sentier/chemin. En effet, les données de type *.gpx* et *Strava* sont des sources relativement fiables qui permettent de connaître les itinéraires par lesquels passent les utilisateurs des sentiers et chemins. Cependant la cartographie participative telle qu’on l’entend ici doit être complétée grâce à d’autres techniques, pour en accroître, entre autres, la fiabilité et la précision.

Ainsi, une disjonction des cas est nécessaire :

— Ajout d’un chemin/sentier inexistant :

Dans un premier temps, le modérateur va donc vérifier si le sentier/chemin est visible sur les orthoimages ou sur les images produites à partir de données LiDAR . Le cas échéant, l’itinéraire pourra directement être ajouté à la BDUi.

— Modification du tracé :

Dans le cas où une information concernant la modification d’un tracé est relayée, elle devra aussi être vérifiée par orthoimage et LiDAR. Cependant, si sur des portions il existe une ambiguïté, il faudra se rendre sur le terrain avec un GPS ou attendre une autre remontée d’informations, confirmant la première.

— Suppression d’un tracé :

Comme dans les cas précédents, il faudra dans un premier temps vérifier avec les données les plus scientifiques possibles. C’est-à-dire les orthoimages et les LiDAR. Cependant, si ces dernières données sont trop anciennes ou ne permettent pas de valider la suppression, alors il faudra aller sur le terrain pour vérifier ou attendre d’autres signalements.

De manière générale, dès qu’il y a de la participation du public, une source de données n’est pas suffisante, il faut comparer l’information avec ce qui existe de factuel (la BDUi, les ortho et les images LiDAR), puis dans un second temps si on n’arrive pas à confirmer ou infirmer une information, attendre d’avoir un plus grand nombre de signalements relatifs à cette dernière. Enfin et en ultime recours, aller directement sur le terrain. Cependant cette opération peut se révéler assez coûteuse, que ce soit en main d’œuvre ou en déplacement, donc n’est pas à privilégier, surtout en zone isolée. De plus, si la zone est très reculée, ou couverte par d’autres chemins/sentiers empruntant un itinéraire parallèle, l’intérêt peut être moindre, que ce soit pour le randonneur/sportif, pour les secours qui auront une alternative ou pour l’IGN qui surchargerait sa base de données.

### 3.2 Limites

Lors de notre étude, nous avons remarqué que certaines de nos solutions et pistes de réflexion n’atteignaient pas le niveau d’exigences que nous nous étions fixé et ne répondaient pas, selon nous, à toutes les perspectives de notre problématique.

En effet, au cours de nos sorties terrain pour contrôler les traces GPS récoltées, nous nous sommes rendu compte que de nombreux chemins que nous voulions vérifier étaient en réalité des chemins/sentiers de propriétés privées que nous ne pouvions pas exploiter. Ce constat appuie le fait que ces données *.gpx*, bien que très utiles d’après les statistiques, peuvent également constituer une perte de temps lors de la vérification terrain. De même, il faut tenir compte dans l’analyse des données *Strava* de la présence de traces correspondant à des gros événements sportifs éphémères comme le Trail de Haute

Provence, qui se déroulent parfois en dehors des sentiers et qui n'indiquent pas pour autant une réalité terrain.

Quant aux orthophotos, leur faiblesse réside dans la localisation des chemins/sentiers qui se situent dans les bois, sous-bois ou dans des endroits ayant un masque trop important. Si cette limite peut être atténuée par les qualités de la télédétection et la possibilité d'utiliser des données satellites sur d'autres longueurs d'ondes que le visible pour s'affranchir du masque de la végétation, il faut noter qu'un travail d'automatisation est nécessaire pour parvenir à une classification juste des sols et distinguer automatiquement les chemins et sentiers.

Les données possédant le plus d'inconvénients sont les données LiDAR car elles ne sont pas forcément faciles à interpréter ni très intuitives à cause de leur manque de radiométrie. De ce fait, on rencontre des difficultés à différencier les chemins des cours d'eau avec cette technique mais également à repérer des chemins qui ne sont pas assez ancrés dans le sol. Il faut donc un œil entraîné pour limiter les risques de confusion, et éviter d'augmenter le nombre d'erreurs présentes sur les cartes.

Toutefois, il faut noter que les données LiDAR et les orthoimages ont plus pour rôle de confirmer ou d'infirmar la présence d'un chemin ou d'un sentier lorsqu'un doute est levé par un autre type de source. Dans ce cas de figure, elles se révèlent beaucoup plus utiles.

En outre, l'établissement d'un *Espace Collaboratif* plus ouvert comprendrait la construction d'une relation de confiance entre les collaborateurs au site et ceux à qui profitent les données. Cette relation pourrait être biaisée du fait qu'un système de « récompense » sera sans doute mis en place pour remercier ces personnes de leur aide. Il est donc nécessaire de mener une étude plus approfondie sur la manière la plus adéquate d'encourager le public à participer au travail cartographique, sans pour autant que la contrepartie les amène à réduire la précision ou la qualité de leurs signalements.

Enfin, les cartes de courses d'orientation sont des données qui, comme les cartes topographiques, ne sont pas forcément actualisées très souvent, même si au moment de leur parution elles sont extrêmement fiables. De plus, elles utilisent les cartes IGN comme base ce qui peut créer un surplus d'information à certains endroits. Il faut donc prendre garde à l'importance qu'on leur accorde et croiser cette source de données avec d'autres pour bien différencier les données importantes ou inutiles pour la carte IGN.

## Conclusion

Pour répondre aux remarques des clients de l'IGN sur la qualité de l'information disponible sur les chemins et les sentiers, nous avons cherché pendant ces trois semaines de projet de fin de stage terrain des façons d'améliorer le thème sentier/chemin de la base de données interne sans dépasser les moyens dont dispose l'organisme.

Nous nous sommes pour cela renseignés sur le fonctionnement de la récolte des données présentes dans la BDUni, et avons observé sur le terrain le degré d'exactitude des données pour recentrer notre réflexion et répondre efficacement à la demande formulée. Trois sources d'améliorations potentielles se sont alors dessinées : des traitements automatisables sur les données de l'IGN, l'utilisation d'informations récoltées en collaborant avec d'autres acteurs locaux, et l'exploitation des informations volontairement transmises par le grand public à l'IGN. Ainsi, nous nous sommes penchés sur l'usage d'orthoimages, de données LiDAR, de techniques de télédétection, mais aussi sur des traces *.gpx* et *Strava* de sportifs, des cartes de courses d'orientation et des plateformes de cartographie participative. Après avoir étudié ces possibilités et les avoir testées, nous sommes parvenus à conclure que les pistes d'amélioration les plus durables et efficaces nous semblent reposer sur la combinaison de sources alternatives comme la participation de tous types d'acteurs à la constitution d'une base de données géographiques et l'utilisation de sources traditionnelles en aval pour valider et solidifier l'information récoltée.

Comme nous l'avons soulevé, la confrontation des données *Strava* ou *.gpx* à des orthoimages ou à des images produites à partir de données LiDAR (en zone forestière dense, les orthoimages sont peu utiles) permet d'augmenter la quantité d'information à disposition sans nécessiter de sortie sur le terrain (sous réserve bien sûr que les images soient récentes). On peut donc estimer qu'avec l'augmentation de la quantité de données d'imagerie aérienne sur le territoire, ce type de combinaison soit une option solide et qu'elle puisse aussi servir à la validation de données récupérées sur des plateformes participatives. En effet, si le propre de la cartographie participative est de mêler des acteurs locaux non cartographes à la représentation du terrain, l'instauration d'une relation de confiance au fil du temps en s'appuyant sur la vérification des signalements avec des images peut permettre, sur le long terme, de réunir suffisamment d'informations pour aboutir à une cartographie plus complète et plus à jour de l'ensemble du territoire français. La qualité de l'information et l'avenir du thème sentier/chemin de la BDUni repose donc sur la multiplicité des sources concordantes et notamment sur la participation des acteurs locaux.

Il faut toutefois noter qu'outre des difficultés techniques, les aspects polémiques de la problématique peuvent faire entrave au bon fonctionnement de ces solutions potentielles. En effet, nous avons pu nous rendre compte que le travail du cartographe n'était pas simplement technique, mais qu'il pouvait avoir des conséquences et créer des débats. Certains de nos interlocuteurs ont ainsi fait part de leurs doutes quant au bien fondé d'une information parfaite sur les sentiers, ceux-ci étant parfois vus comme des trésors à ne pas partager, et pouvant se situer dans des espaces naturels à protéger et que l'on cherche donc à écarter de la vue des touristes. De même, la nécessité d'avoir des données exhaustives a été parfois remise en question par certains, craignant qu'une information trop dense puisse desservir le rôle informatif de la carte.

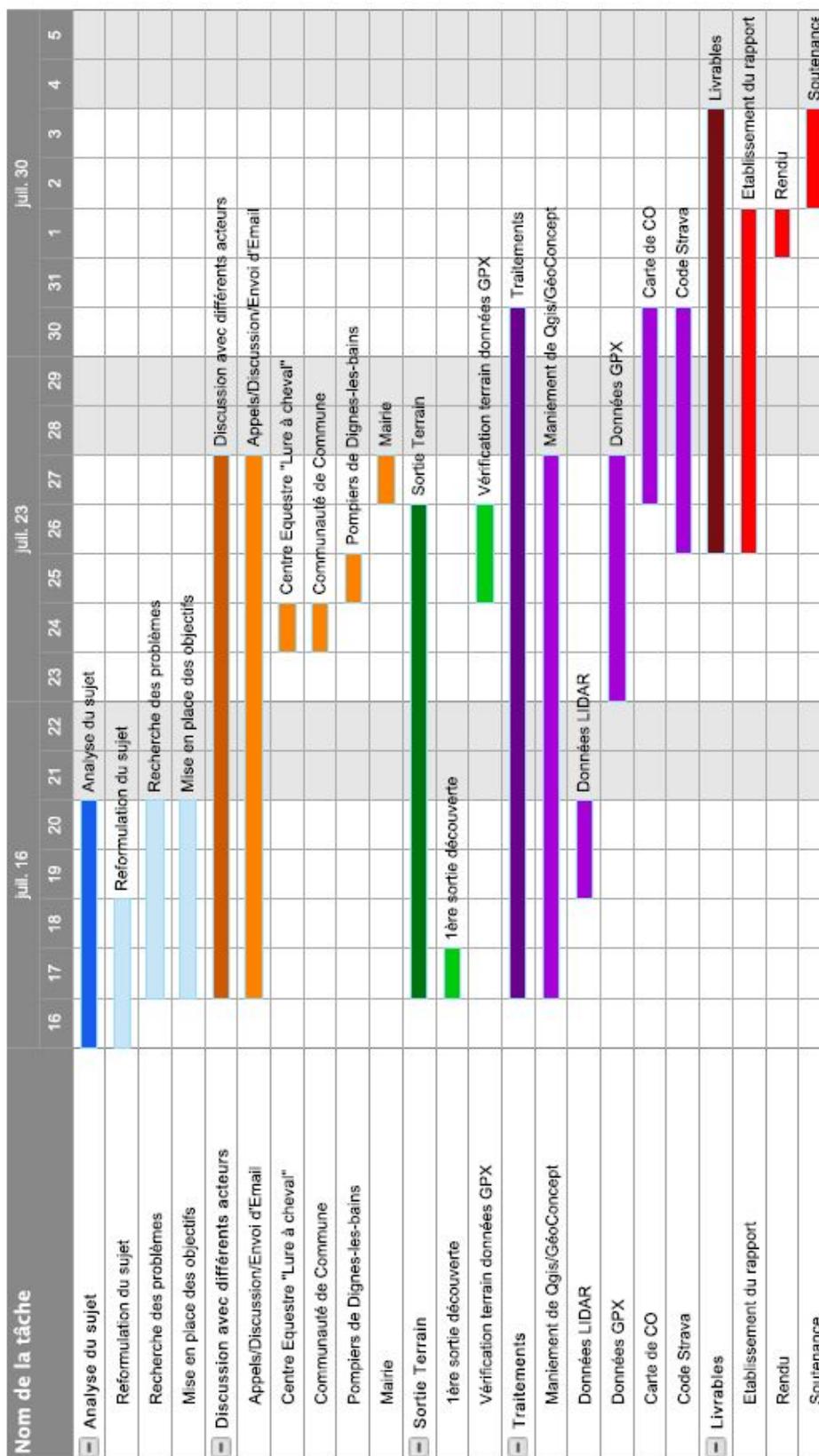
## Table des figures

1	Cartographie originale et corrigée des zones d'observation. . . . .	6
2	Aperçu de la couche obtenue en extrayant des données de la BDUni. . . . .	7
3	Diagramme de GANTT illustrant le déroulement du projet (grand format en page 25). . .	8
4	Zones difficiles à interpréter. . . . .	10
5	Qualité des résultats avec les orthoimages. . . . .	11
6	Segmentation réalisée sur une orthophoto. . . . .	11
7	Comparatif d'une même zone vue sur différentes sources. . . . .	12
8	Même sentier observé sur deux sources d'information. . . . .	13
9	Sentier sous couvert végétal vu sur deux sources de données. . . . .	13
10	Qualité des résultats avec les données LiDAR. . . . .	13
11	Fiabilité des données <i>.gpx</i> . . . . .	14
12	Illustration du principe des données <i>Strava</i> . . . . .	15
13	Qualité des résultats avec les données <i>.gpx</i> et <i>Strava</i> . . . . .	15
14	Illustration du surplus d'information présent sur une carte de course d'orientation. . . .	16
15	Exemple de différences dans les cartes. . . . .	17
16	Qualité des résultats avec les cartes de CO. . . . .	17
17	Exemple d'ajout d'un sentier non existant sur l' <i>Espace Collaboratif</i> . . . . .	18
18	Statistiques sur les signalements réalisés sur Suricate. . . . .	18
19	Qualité des résultats avec les plateformes collaboratives. . . . .	19
20	Exemple d'information supplémentaire présente dans la base de données cartographique de M. Delli . . . . .	27
21	Fenêtre du gestionnaire de téléchargements de DownThemAll!. . . . .	29
22	Aperçu du site et de l'onglet « parcourir les signalements » . . . . .	35
23	Page des différents signalements. . . . .	36
24	Interface graphique de création d'un signalement . . . . .	37
25	Tableau récapitulatif des points forts et des points perfectibles de l'Espace. . . . .	37
26	Carte statistique des signalements faits sur le site. . . . .	38
27	Statistiques récapitulatives des échanges avec les acteurs locaux. . . . .	40
28	Confrontation des solutions. . . . .	44
29	Tableau statistique sur la carte de CO de la zone des Mourres. . . . .	45
30	Statistiques sur les données <i>.gpx</i> . . . . .	46
31	Exemple de tracé <i>.gpx</i> montrant l'existence d'un sentier absent de la BDUni. . . . .	47
32	Exemple de sentier mis en évidence par les données <i>Strava</i> et absent de la BDUni. . . .	47
33	Zones de tests pour les orthoimages. . . . .	48
34	Zones utilisées pour tester les données LiDAR. . . . .	49

Deuxième partie

Annexe

# Diagramme de GANTT du projet



# Compte-rendu détaillé d'entretiens avec différents acteurs

## Agent de l'office de tourisme

Dans un premier temps, nous sommes allés discuter avec un agent de l'office de tourisme de Forcalquier afin d'en savoir plus sur les cartes qu'ils pouvaient fournir aux touristes, sur leurs habitudes concernant leur utilisation des cartes 1 :25 000ème pour un usage professionnel.

Il en est ressorti que les cartes et parcours touristiques proposés par les offices de tourisme sont principalement issus des Cartes IGN simplifiées et remises en forme. Cependant, il est important de noter que les chemins de randonnées proposés par les offices de tourisme se cantonnent généralement aux GR (chemins de grande randonnée), PR (chemins de petite randonnée) ainsi qu'aux sentiers et chemins principaux. Ces cartes ne nous donnent donc que très peu d'informations concernant les sentiers et chemins « secondaires » et peu empruntés qui constituent le cœur du problème.

Lors de cet entretien nous avons aussi pu découvrir certaines aberrations sur les cartes 1 :25 000ème, comme par exemple des murets en pierre catégorisés en sentier. Cette erreur peut s'expliquer par l'utilisation trop abusive des orthoimages pour la qualification des sols. Cette découverte a confirmé l'idée que seule la multiplicité des techniques de détection permettra de réellement améliorer la qualité des cartes.

De plus, lors de cet entretien nous avons pris connaissance du site « Rando Alpes Haute Provence » qui permet d'obtenir des traces GPS mises à disposition par le département, et qui nous a servi par la suite à nous rendre compte que tous les sentiers balisés étaient bien cartographiés.

## Agent de la communauté de communes Pays de Forcalquier - Montagne de Lure

Ce rendez-vous nous a appris que la communauté de communes était en charge de l'entretien d'une partie des sentiers balisés et qu'elle y travaille en étroite collaboration avec le département des Alpes de Haute Provence et notamment les personnes en charge du Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée. Ainsi, elle ne s'occupe en aucun cas des sentiers non balisés, et utilise les données de l'IGN et celles récoltées sur le terrain par la main d'oeuvre du département. Puisque nous disposons nous aussi de ces données, les seules informations majeures que nous avons retirées de cet entretien sont l'existence d'une plateforme collaborative de remontée d'informations sur les sentiers et chemins balisés et des contacts pouvant nous aider dans nos recherches.

## Association de randonnée équestre

Nous avons ensuite rencontré la gérante du centre équestre « Lure à cheval » qui organise aussi des courses d'orientation à cheval ainsi que des randonnées. Selon cette dernière, la carte 1 :25 000ème manque cruellement de mise à jour. En zone montagneuse ou forestière la qualité des sentiers et chemins se dégrade assez rapidement et la carte topographique n'arrive pas à suivre ces modifications. A l'inverse, de nouveaux sentiers se créent, grâce aux passages réguliers d'utilisateurs, et ne figurent ni dans la BDUni ni sur la carte topo.

De plus, un autre problème a été mis en évidence : celui des chemins d'exploitation et des parcelles privées. En effet, il existe un certain nombre de sentiers et chemins, sur le flanc sud de la montagne de Lure notamment, qui se retrouvent partiellement inutilisables car ils traversent des propriétés privées interdites d'accès ou encore car ils passent par des parcelles exploitées et clôturées. Cette distinction pourrait selon la cavalière permettre d'éviter tout détour ou tout passage interdit dans une zone privée.

## SDIS 04 : pompiers de Digne-les-Bains

La deuxième semaine de projet, nous avons rencontré le Service Départemental d'Incendie et de Secours à Digne-les-Bains. Outre une visite de leurs locaux, nous nous sommes entretenus avec le responsable cartographie du centre, Monsieur Delli, qui nous a montré son travail utilisant les bases cartographiques de l'IGN sur Géoconcept. Une large partie de son travail consiste à mettre à jour la base de données qu'il utilise en y rentrant à la main les différentes informations que ses collègues récupèrent sur le terrain. Il peut, par exemple, définir la nature du bâti (industrie, bâtiment public...), corriger certaines erreurs de la BDUni (chemin classé en sentier et inversement, sentiers non répertoriés...).

Il nous a également appris que la différenciation chemin/sentier était importante car elle leur permet d'être le plus efficace possible en cas d'opération sur le terrain mais la présence ou non de sentiers n'est absolument pas prioritaire pour eux.

Le service cartographie du SDIS04 est composé de 3 personnes, et le rôle de l'une d'entre elles est d'effectuer des vérifications terrains. Dans le cadre de cette mission elle est amenée à repérer certaines erreurs de cartographie (dénomination de rue, absence de linéaire sur la BDUni. . .). Elle peut alors faire remonter ces informations au travers de plateformes collaboratives comme Open Street Map ou l'Espace Collaboratif de l'IGN.

Nous avons été surpris d'entendre que le cartographe du SDIS préférait mettre à jour sa base de données manuellement plutôt que de télécharger des données plus récentes régulièrement. En effet, celui-ci a récupéré un export de la BDUni en 2012 et l'a amélioré lui-même sur un SIG car les informations qui y figuraient ne répondaient pas à ses besoins. Depuis, il craint d'écraser ce jeu de données avec une version plus récente de la BDUni qui serait peut-être moins précise ou exhaustive que ses données. Par curiosité, nous avons demandé à M. Delli s'il était d'accord pour nous envoyer un export de sa base de données. Il a accepté et nous a transmis ses données linéaires. Nous avons effectivement pu constater un écart entre l'information contenue par la carte opérationnelle du SDIS de Digne-les-Bains et celle que la BDUni comprend.

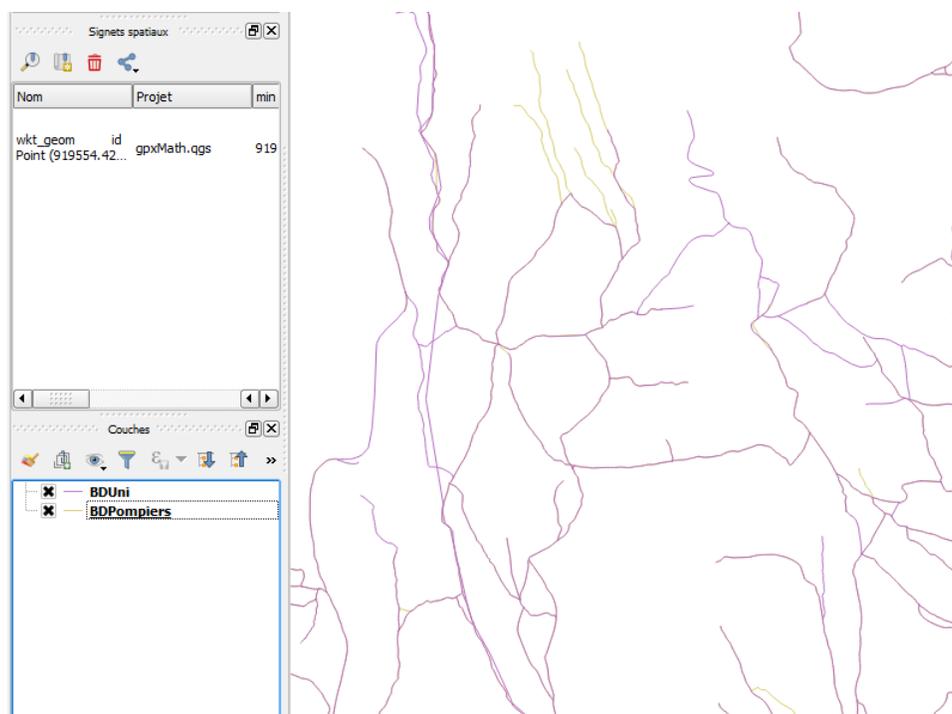


FIGURE 20 – Exemple d'information supplémentaire présente dans la base de données cartographique de M. Delli

### IGN : collecteurs BDUni

Nous avons pu joindre, lors de la deuxième semaine, Timothée Royer, responsable IGN collaboratif pour le département du 77. Il nous a expliqué le fonctionnement de l'IGN collaboratif, et des problèmes que l'IGN rencontre avec le thème sentier/chemin.

L'espace collaboratif fonctionne de la façon suivante :

Lorsqu'un utilisateur enregistré publie une alerte, cette dernière est transmise au collecteur responsable d'une zone géographique en particulier. Cette alerte est ensuite analysée, vérifiée et acceptée ou refusée. En cas d'acceptation la modification sera ajoutée dans la base de données topographique qui sert de base aux cartes 1 :25K. Avec le temps et l'expérience des collecteurs les contributeurs récurrents sont rapidement repérés et une situation de confiance s'installe entre le contributeur et le collecteur. Si bien que ce dernier finit par ne même plus vérifier la fiabilité des données. Nous pourrions nous inspirer de cette observation pour faire évoluer le système, et à terme, permettre aux contributeurs fiables et

proactifs de modifier ces données sans attendre la validation du collecteur (d'une façon analogue à Open Street Map).

### **Mairie de Forcalquier**

Nous avons eu l'occasion de rencontrer Monsieur Jacques Lartigue, adjoint au maire en charge de la vie quotidienne et des sentiers de la commune de Forcalquier, et Florence Cornuet, directrice générale des services de la mairie et elle-même membre d'une association de trail.

Lors de cet entrevue, nous avons convenu qu'une plateforme collaborative serait une solution durable afin de mettre à jour les données de l'IGN et a fortiori celles des collectivités territoriales.

### **Entretien téléphonique avec le gestionnaire de la plateforme Suricate**

Cet entretien téléphonique avait pour but d'en savoir plus sur le site web/l'application *Suricate*, *tous sentinelles*. Durant cet échange, nous avons appris que *Suricate* était une application de signalisation qui permettait d'avertir le département concerné de tout problème sur ses sentiers et chemins balisés. Ainsi l'utilisateur se connecte, qualifie le problème (balisage/signalétique, conflit d'usage, environnement, sécurité/incident) ainsi que sa gravité (passage possible, difficile, impossible), y ajoute des coordonnées GPS et éventuellement une description et une photo. Lors de l'échange avec les gestionnaires de ce site, nous avons eu confirmation que de nombreuses signalisations arrivaient et donc que le « participatif » marchait bien. Nous avons de plus appris que *Suricate* n'était ni une appli de traçage, ni une appli de modification des tracés mais réellement une application de signalisation.

### **Entretien téléphonique avec Jean-Christian PIN de l'ONF**

Durant cet entretien, l'interlocuteur nous a renseignés sur des personnes des départements qui pourraient répondre à nos attentes. Nous avons demandé à l'interlocuteur de nous donner son avis quant à un éventuel traceur GPS qu'il porterait sur lui et qui pourrait nous transmettre ses données lorsqu'il est sur le terrain, ce à quoi il a répondu que les agents de l'ONF se déplaçaient souvent hors sentiers et chemins et que du coup, cela pourrait plus induire en erreur les agents de l'IGN qu'autre chose. Il se repère quant à lui grâce à la carte de Didier Richard, où sont selon lui répertoriés des sentiers que « personne ne connaît ».

### **Entretien téléphonique avec Guillaume PECASTAING de la DFCI à l'ONF**

Affilié au département de la Défense de la Forêt Contre les Incendies, notre interlocuteur nous a juste parlé des sentiers balisés. Il expliquait que les agents ONF n'avaient aucun intérêt à communiquer leurs données à la majorité, surtout pour préserver la forêt. Cependant, il nous a communiqué l'adresse mail de Lionel CRESPIY, responsable SIG à la direction territoriale des Alpes de Haute Provence et des Hautes Alpes. Malheureusement aucune suite n'a été donnée à ce mail.

## Automatisation du traitement préalable à l'exploitation des données *Strava*

Nous avons réalisé un programme informatique en langage python permettant de faciliter et de rendre moins chronophage le traitement des données *Strava*. Celui-ci fournit dans un premier temps une aide au téléchargement des dalles de données sur le site, et leur fait subir des traitements permettant de les exploiter dans un SIG.

### Recommandations pour l'utilisation du programme

Pour télécharger des données sur *www.strava.com*, il faut se servir du navigateur *Firefox* et être équipé de l'extension *DownThemAll!*. Une fois celle-ci activée, il suffit de se rendre sur *www.strava.com/heatmap*. Dans l'onglet « outils » de *Firefox*, il faut ensuite cliquer sur *DownThemAll!*, ouvrir le gestionnaire et cliquer sur l'icône « + ».

Il est alors nécessaire de récupérer les coordonnées géographiques des quatre coins de la zone qui nous intéresse. Pour cela, on peut utiliser le site du *Geoportail* par exemple.

Il faut maintenant lancer le programme et suivre ses instructions en interagissant avec la console. Ceci peut être fait avec une application qui fait office d'interpréteur de programmes *python* ou simplement en ligne de commande. Il est important de prendre garde à se placer dans un nouveau dossier créé pour l'occasion et à n'y placer que le fichier *strava.py* pour le moment. Le programme renvoie alors une chaîne de caractères correspondant au lien à copier dans la fenêtre de *DownThemAll!* qui s'est ouverte.

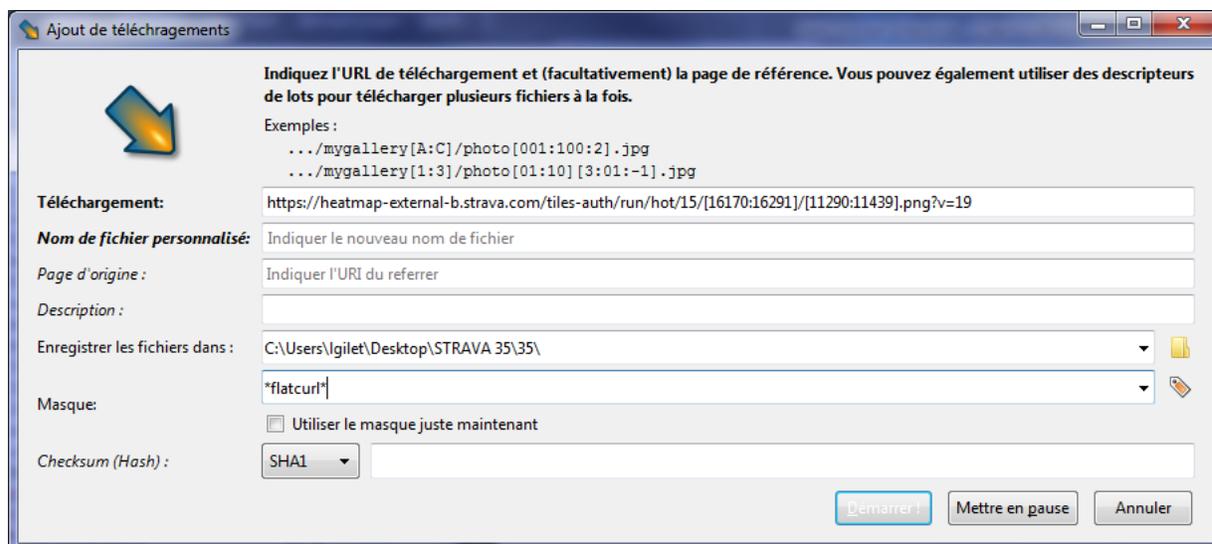


FIGURE 21 – Fenêtre du gestionnaire de téléchargements de DownThemAll!.

Il est impératif d'entrer « *\*flatcurl\** » dans le champ « masque » pour que le téléchargement se déroule bien, et de sélectionner comme dossier de destination le dossier contenant le fichier *strava.py*.

Il n'y a plus alors qu'à lancer le téléchargement et entrer « oui » dans la console une fois que celui-ci est terminé. Le programme lance alors automatiquement les traitements de géoréférencement des données nécessaires à leur utilisation dans un SIG.

## Code

```
import math
import os
import glob

def lien_telechargement (c_min, c_max, l_min, l_max):
    """
    Fonction permettant d'obtenir le lien a entrer dans la fenetre
    DownThemAll! pour
    lancer le telechargement.

    :param c_min: premiere borne de la plage de colonnes de dalles a
    telecharger
    :type c_min: int
    :param c_max: deuxieme borne de la plage de colonnes de dalles a
    telecharger
    :type c_max: int
    :param l_min: premiere borne de la plage de lignes de dalles a
    telecharger
    :type l_min: int
    :param l_max: deuxieme borne de la plage de lignes de dalles a
    telecharger
    :type l_max: int
    :return: le lien de telechargement
    :rtype: str

    """
    return "https://heatmap-external-b.strava.com/tiles-auth/run/hot/15/["
    +str(c_min)+"-"+str(c_max)+"]/"+str(l_min)+"-"+str(l_max)+".png?v=19"

def get_tuiles(lat,lon):
    """
    Fonction permettant d'obtenir la plage de dalles strava a telecharger
    pour avoir
    les donnees desirees pour une zone donnee.

    :param lat: latitude a convertir en ligne strava
    :type lat: float
    :param lon: longitude a convertir en colonne strava
    :type lon: float
    :return: la ligne et la colonne de la dalle correspondant a la zone
    du point indique
    :rtype: tuple(int,int)

    """
    ligne = (20037508.34-
    (6378137*math.log(math.tan((lat*(math.pi/180)/2+math.pi/4)))))/
    (40075016.68/32768)
    colonne = ((6378137*(lon*math.pi/180))+20037508.34)/
    (40075016.68/32768)

    return (int(round(ligne)), int(round(colonne)))
```

```

def get_c_l_min_max():
    """
    Fonction permettant d'obtenir les plages de lignes et colonnes de
    dalles a telecharger.

    :return: les colonnes minimale et maximale et les lignes minimale et
    maximale a telecharger
    :rtype: list(int,int,int,int)

    """

    #on recupere les coordonnees geographiques des bornes de la zone
    consideree
    print("latitude du coin bas droit de la zone (en degres): \n")
    lat1 = input()
    print("latitude du coin bas gauche de la zone (en degres): \n")
    lat2 = input()
    print("latitude du coin haut droit de la zone (en degres): \n")
    lat3 = input()
    print("latitude du coin haut gauche de la zone (en degres): \n")
    lat4 = input()

    print("longitude du coin bas droit de la zone (en degres): \n")
    lon1 = input()
    print("longitude du coin bas gauche de la zone (en degres): \n")
    lon2 = input()
    print("longitude du coin haut droit de la zone (en degres): \n")
    lon3 = input()
    print("longitude du coin haut gauche de la zone (en degres): \n")
    lon4 = input()

    #recuperation des lignes et colonnes associees aux points des coins
    de la zone consideree
    l1, c1 = get_tuiles(lat1, lon1)[0], get_tuiles(lat1, lon1)[1]
    l2, c2 = get_tuiles(lat2, lon2)[0], get_tuiles(lat2, lon2)[1]
    l3, c3 = get_tuiles(lat3, lon3)[0], get_tuiles(lat3, lon3)[1]
    l4, c4 = get_tuiles(lat4, lon4)[0], get_tuiles(lat4, lon4)[1]

    list_l = [l1, l2, l3, l4]
    list_c = [c1, c2, c3, c4]

    #recuperation des bornes des plages de lignes et colonnes a utiliser
    c_min = min(list_c)
    c_max = max(list_c)
    l_min = min(list_l)
    l_max = max(list_l)

    return c_min, c_max, l_min, l_max

def rename_tuiles(chemin):
    """
    Fonction permettant de renommer l'ensemble des fichiers
    automatiquement.

    :param chemin: chemin du dossier ou on travaille
    :type chemin: str

```

```

    :return: informe l'utilisateur que le traitement a ete fait avec
succes
    :rtype: str

    """

    #on se place a notre emplacement de travail
    os.system("cd "+chemin)
    vol = chemin[0].lower()+":"
    os.system(vol)
    os.system("DIR > dir.txt")

    #modification du fichier dir.txt pour qu'il ne contienne que les noms
des fichiers png de strava
    fichier = open("dir.txt", "r")
    lignes = fichier.readlines()

    nouveau_contenu = []
    for i in range(9,len(lignes)-2):
        nouveau_contenu += lignes[i]
    fichier.close()
    fich = open("dir.txt", "w")
    for l in nouveau_contenu:
        fich.write(l)
    fich.close()

    fich_noms = open('dir.txt', 'r')
    lignes = fich_noms.readlines()

    #creation d'un fichier executable en ligne de commande pour renommer
les fichiers
    fich_bat = open('ren.bat', 'w')

    for ligne in lignes:
        index1 = ligne.find("heatmap")
        index2 = ligne.find("hot-")
        if index1 != -1 and index2 != -1:
            name = ligne[index1:len(ligne)-1]
            new_name = ligne[index2+7:]
            chaine = "ren "+name+" "+new_name
            fich_bat.write(chaine)

    fich_noms.close()
    fich_bat.close()

    #execution du fichier
    os.system("ren.bat")
    return "fait"

def fichiers_georef_tuiles(chemin):

    """
    Fonction permettant de creer les fichiers de georeferencement
    associes a chaque fichier png de strava

    :param chemin: chemin du dossier ou on travaille
    :type chemin: str
    :return: informe l'utilisateur que le traitement a ete effectue avec

```

```

succes
    :rtype: str

    """

    #on se place a notre emplacement de travail
    os.system("cd "+chemin)
    vol = chemin[0].lower()+":"
    os.system(vol)

    fich_noms = open('dir.txt', 'r')
    lignes    = fich_noms.readlines()

    #creation d'un fichier executable en ligne de commande permettant
    d'associer des coordonnees Å chaque fichier strava
    fich_bat = open('TFW.bat', 'w')

    for ligne in lignes:
        index = ligne.find("png")
        if index != -1:
            name    = ligne[index-12:len(ligne)-1]
            F1     = -20037508.34+(float(name[:5])*40075016.68/32768)
            G1     = 20037508.34-(float(name[6:11])*40075016.68/32768)
            chaine = "echo 2.3887;0;0;-2.3887;" +str(F1)+";" +str(G1)+"
>" +name[:11]+".tfw"+"\\n"
            chl    = chaine.replace(",",".")
            fich_bat.write(chl)

    fich_noms.close()
    fich_bat.close()

    #execution
    os.system('TFW.bat') #maintenant chaque png a un fichier tfw associe
    os.system('ren *.tfw *.pgw') #on renomme les tfw en pgw pour
s'adapter au format png

    #dans les pgw on remplace tous les ; par des \\n
    tri_fichiers = chemin + "\\*.pgw"
    liste_pgw    = glob.glob(tri_fichiers)

    for fichier_pgw in liste_pgw:
        fich_pgw = open (fichier_pgw, 'r')
        contenu  = fich_pgw.readlines()
        fich_pgw.close()
        fich_pgw      = open(fichier_pgw, 'w')
        contenu_modif = contenu[0].replace(";","\\n")
        fich_pgw.write(contenu_modif)
        fich_pgw.close()

    return "fait"

if __name__ == "__main__":
    print("Collez ici le chemin du dossier ou vous travaillez: ")
    chemin = str(input())

    c_min, c_max, l_min, l_max = get_c_l_min_max()

```

```
print(lien_telechargement(c_min,c_max,l_min,l_max))

print("\nCopiez ce lien dans la fenetre DownThemAll! pour lancer le
telechargement des tuiles.\n")

print("\nLes images sont elles bien telechargees a l'emplacement que
vous avez indique?(oui/non) \n")
reponse = str(input())

if reponse == "oui":
    print(rename_tuiles(chemin))
    print(fichiers_georef_tuiles(chemin))
else:
    print("\nLa suite du traitement necessite la presence a
l'emplacement indique des fichiers .png correspondant aux dalles
strava.")
```

## Critique et analyse de l'Espace Collaboratif de l'IGN

Le site web <https://espacecollaboratif.ign.fr> est une plateforme collaborative, mise en place par l'IGN et ayant pour but de corriger et mettre à jour les informations des cartes IGN. Un utilisateur remarquant une erreur sur le terrain pourra alors, via l'application mobile ou via le site internet, faire remonter cette information qui sera ensuite traitée par l'IGN dans les 2 mois qui suivent.

Nous allons ici essayer d'émettre une critique constructive de l'espace collaboratif (application mobile et site internet) et réfléchir à une stratégie permettant d'augmenter la qualité et le volume des informations remontées par les utilisateurs.

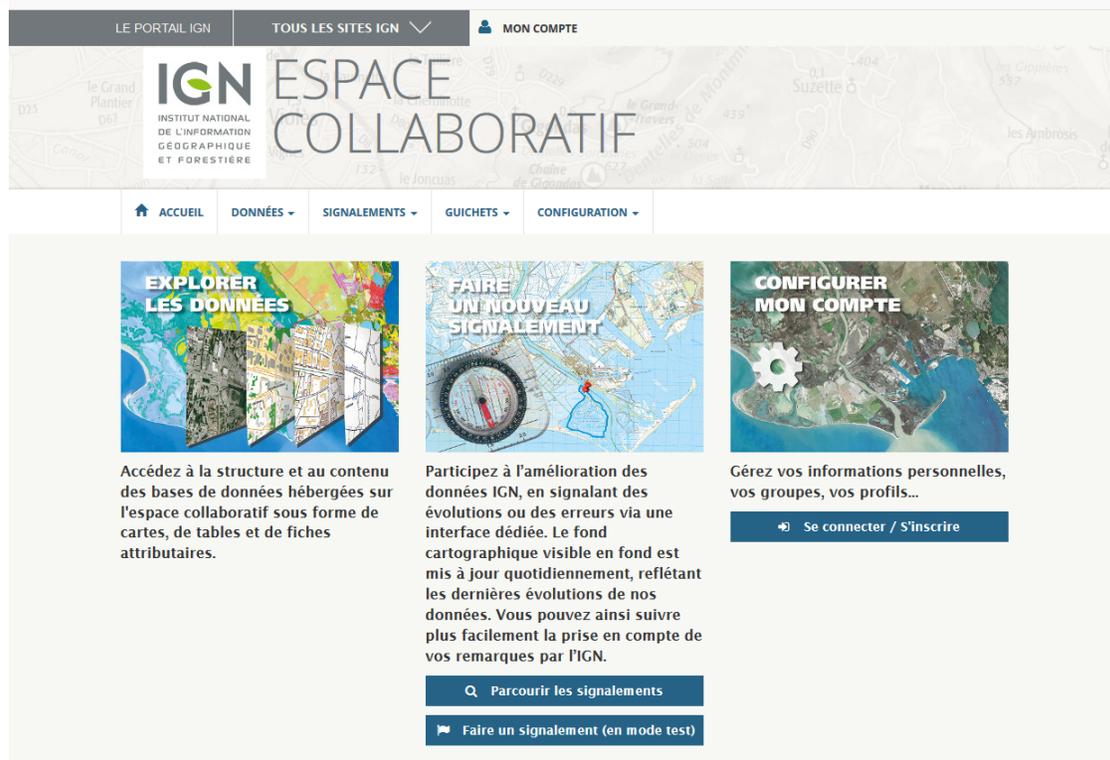


FIGURE 22 – Aperçu du site et de l'onglet « parcourir les signalements »

L'onglet « Parcourir les Signalements » permet de consulter la liste des signalements postés par les différents contributeurs du site en temps réel et de pouvoir suivre leur statut.

INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE ET FORESTIERE

# COLLABORATIF

ACCUEIL | DONNÉES | **SIGNALEMENTS** | GUICHETS | CONFIGURATION

ACCUEIL / Signalements

Filtrer les signalements ▼

Affichage des signalements 61 à 70 sur un total de 151823.

<< < 4 5 6 **7** 8 9 10 > >>

+ Saisir un nouveau signalement

Statut ^	ID ^	Auteur ^	Groupe ^	Commune ^
Reçu dans nos services	259000	SDIS38_vourey	SDIS38	VOUREY (38)
En cours de traitement	258999	SDIS38_domene	SDIS38	REVEL (38)
En cours de traitement	258998	SDIS38_domene	SDIS38	REVEL (38)
En cours de traitement	258997	SDIS38_domene	SDIS38	REVEL (38)
Reçu dans nos services	258986	Emilien_Devaux	SIGDCA	VILLERS-BOCAGE (14)
En cours de traitement	258985	SDIS38_latourdupin	SDIS38	TORCHEFELON (38)
Reçu dans nos services	258984	Emilien_Devaux	SIGDCA	GUÉRON (14)
Reçu dans nos services	258983	Emilien_Devaux	SIGDCA	ANNEBAULT (14)
Pris en compte	258982	dcoddet	CD 90	GRANDVILLARS (90)
Pris en compte	258981	dcoddet	CD 90	DELLE (90)

Suivre les signalements par RSS | Exporter les signalements au format CSV

Il y a trop de signalements à exporter, veuillez affiner votre sélection.

FIGURE 23 – Page des différents signalements.

Dans cet onglet, nous trouvons plusieurs informations sur les données rentrées comme le statut des signalements qui indique à l'utilisateur où en est sa demande ou la commune dans laquelle la demande a été faite. Néanmoins quelques types de suivi ne sont pas très clairs ni décrits comme le statut « En cours de qualification », et le temps de traitement est très variable (de quelques jours à 2 mois).

Ensuite, lorsque nous retournons sur la page d'accueil, nous pouvons choisir, après inscription ou connexion, de créer un signalement. Pour cela, nous devons choisir un lieu sur la carte de France, mais nous remarquons de manière plus générale, lors de la création d'un signalement, que l'ergonomie du site n'est pas optimale. En effet, lorsque nous zoomons sur la carte, le temps de chargement est long et la recherche d'un lieu précis peut prendre du temps. Il faudrait donc pouvoir y rentrer des données GPS pour faciliter la chose.

De plus, seuls les utilisateurs faisant parti d'un groupe (ex : geodesie, SDIS...) peuvent réellement participer à la mise à jour de la base de données. Les particuliers ne peuvent faire des signalements qu'en mode « test ». Ces derniers ne seront pas pris en compte par les administrateurs de la base de donnée, ce qui rend toute signalisation complètement inutile.

Afin d'améliorer la remonté d'informations il faudrait rendre ce système plus flexible et permettre ainsi à des utilisateurs au profil vérifié, de participer eux aussi.

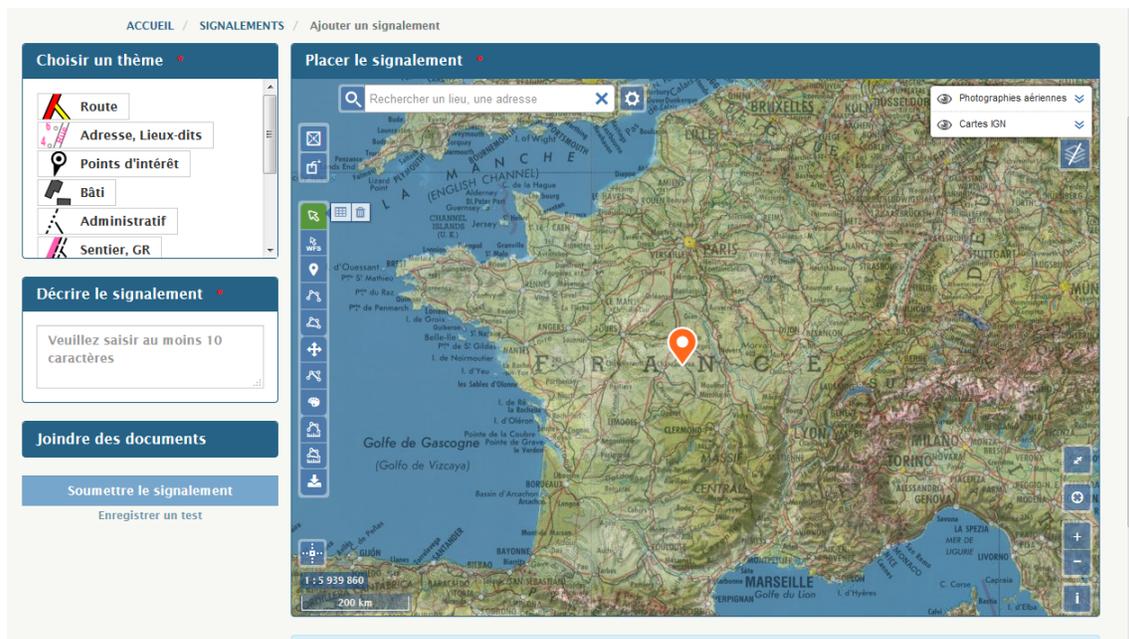


FIGURE 24 – Interface graphique de création d'un signalement

En regardant quelques descriptions de signalement, nous avons remarqué que les collaborateurs n'étaient pas forcément très clairs dans leur propos. Il faudrait donc créer une interface dans laquelle ils aient à remplir quelques informations de base suivant le thème qu'ils ont choisi.

Par ailleurs, un problème sur le curseur apparaît dès que l'on effectue plusieurs déplacements sur la carte ce qui peut gêner à l'utilisation du site.

Tableau récapitulatif	
Les plus	Les moins
Le plan IGN est mis à jour toutes les 24h	Ergonomie du site
Solution de durabilité pour la mise à jour des cartes	Rajout d'interface pour simplifier la requête d'informations
Temps maximum d'attente plutôt court	Le « ctrl+Z » ne marche pas

FIGURE 25 – Tableau récapitulatif des points forts et des points perfectibles de l'Espace.

Le site web possède aussi un onglet Statistique. Sur cette page on peut récupérer des informations sur les signalements publiés. Le site totalise aujourd'hui près de 80 000 signalements, dont 12 000 pour ces trois derniers moi, ce qui nous donne 134 signalements par jour en moyenne. Cependant la répartition spatiale de ces signalements est inégale comme on peut le constater sur cette carte issue de l'onglet statistique :



## Outils

- GeoConcept Enterprise

Pour visualiser les données de la BDUni, en extraire des informations sélectionnées et les traiter pour pouvoir les utiliser sur d'autres logiciels.

- QGIS

Pour visualiser différents types d'informations géographiques (données LiDAR, orthoimages, traces *.gpx*, cartes, données *Strava*, cadastre, etc) et leur appliquer divers traitements. Les ombrages appliqués aux données LiDAR ont été faits sur QGIS, tout comme d'autres traitements faits sur les couches de données linéaires pour permettre leur comparaison à d'autres sources de données.

- IGNMap

Ce logiciel nous a aussi servi à visualiser des données géoréférencées, notamment les cartes de courses d'orientation, les données LiDAR ou les orthoimages.

- Spyder
- IDLE

Ces deux derniers logiciel ont servi au développement du programme informatique réalisé pour automatiser le traitement de traces GPS.

- BDUni : base de données interne à l'IGN
- Orthoimages du département des Alpes de Haute Provence de 2015
- Cartes de Courses d'orientation
- Données LiDAR

## Sources

### Bibliographie

- [www.strava.com](http://www.strava.com)
- [www.cadastre.gouv](http://www.cadastre.gouv.fr)
- [www.openrunner.com](http://www.openrunner.com)
- [www.visugpx.com](http://www.visugpx.com)
- [www.tracegps.com](http://www.tracegps.com)
- [www.gpx\\_view.com](http://www.gpx_view.com)
- [www.randogps.net](http://www.randogps.net)
- [www.rando-alpes-haute-provence.fr](http://www.rando-alpes-haute-provence.fr)
- [www.cheminsdesparcs.fr](http://www.cheminsdesparcs.fr)
- [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr)
- Rapport du projet d'étude de la qualité de la carte 1 :25000ème réalisé par des élèves ingénieurs en première année en 2017

### Interlocuteurs

- Office National des Forêts : service de gestion des pistes forestières et service en charge des pistes incendie et de la DFCI.
- SDIS de Digne les Bains : M. Delli.
- Office de Tourisme de Forcalquier.
- Communauté de Communes Pays de Forcalquier – Montagne de Lure : S. Delille.
- Centre équestre « Lure à Cheval ».
- Mairie de Forcaquier : J. Lartigue, F. Cornuet, M. Pétillon.
- Département des Alpes de Haute Provence : direction du développement, de l'environnement et de l'eau, compétence sentiers (Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée).
- Gendarmerie de Forcalquier.
- Ligue Pour la Protection des Oiseaux PACA Antenne Alpes de Haute Provence : Elsa Huet-Alegre.

## Organismes contactés en vain

- Parc Naturel du Lubéron
- Vélo Loisir Provence
- Fédération Française de Randonnée (FFR)
- Les copains d'abord (chasseurs)
- Association nationale de Défense des chasses traditionnelles à la grive
- Département des SIG à l'ONF
- Responsables d'applications : Geotrek, VisioRando, Visugpx,...

	Envie d'actualisation	Voulant plus d'information	Voulant moins d'informations	Satisfait des cartes IGN actuelles	Prêt à contribuer aux cartes
ONF					
SDIS		Oui		Oui	Oui
Office de Tourisme	Oui		Oui		
Communauté de communes				Oui	Oui
Centre équestre	Oui	Oui			Oui
Mairie		Oui		Oui	Oui
Département				Oui	Oui
LPO				Oui	Oui
Total	0.25	0.375	0.125	0.75	0.75

FIGURE 27 – Statistiques récapitulatives des échanges avec les acteurs locaux.



## Conclusions personnelles

### Sami AZAROUAL

J'ai beaucoup apprécié la partie SIG et Analyse Spatiale de ce projet, ce sont des compétences que nous avons peu eu l'occasion de manier durant ce stage à Forcalquier. De plus ce projet comprenait une grande part de relation humaine ce qui m'a permis de réaliser à quel point la communication peut être importante. J'ai beaucoup apprécié le volet Etat des lieux du thème sentier et chemin, car cela m'a fait comprendre à quel point il est difficile d'actualiser et de gérer une base de données importante comme peut l'être la BDUni.

Pour conclure le fait de travailler sur un projet qui semblait un peu moins technique que les autres, a été très enrichissant pour moi car cela m'a montré à quel point ce genre de sujet peut être difficile à cerner et à traiter.

### Emmanuelle DEVAUX

Lors du choix de notre sujet, je me suis attardée sur celui-ci après réflexion car il me paraissait plus proche du travail de l'ingénieur que la plupart des autres. En effet, il comprend un aspect de communication, d'échange avec différents collaborateurs et une part d'autonomie importante qui m'a plu. Néanmoins, au moment d'attaquer le vif du sujet je me suis rendue compte que le sujet était plus complexe qu'il n'y paraissait et que la part de communication allait être dure à mettre en place car elle dépendait de la collaboration des acteurs que nous voulions interroger. Maintenant arrivé au terme de nos semaines de projet, je suis satisfaite du travail que nous avons fourni pour ce projet qui, je l'espère pourra servir à l'IGN et amener à de réelles solutions pour l'avenir.

### Hubert DUPUY

J'ai choisi ce projet non seulement pour faire de la cartographie, matière absente des sept premières semaines de stage, mais aussi car le sujet est une application réelle des besoins à l'IGN. De plus, j'ai été séduit par le fait d'avoir un sujet dans lequel le contact avec des professionnels est nécessaire.

Ainsi, au commencement nous avons dû analyser le sujet en profondeur de manière à être efficace mais surtout à répondre aux attentes de nos commanditaires. La partie de « tri » de toutes les méthodes de résolution possibles a été très enrichissante. J'assimile personnellement notre phase de résolution à un « entonnoir ». En effet au début nous allions un peu dans tous les sens et avions des ambitions peut être un peu trop grandes. Cependant au fil de nos recherches, nous avons restreints nos champs de développement et d'expérimentation pour nous concentrer sur ce qui semblait être « LA » solution, la cartographie participative/collaborative.

Au-delà de la phase de recherches, le fait d'être confronté quotidiennement à des logiciels tels que QGIS et Geoconcept m'a beaucoup plu. De plus, j'ai accru mon niveau de lecture de cartes et arrive maintenant bien à associer un éventuels sentier/chemin sur le terrain à une position cartographique.

Enfin, le fait d'avoir fait un travail de groupe concret avec des camarades investis et un commanditaire très disponible m'a permis de m'épanouir et de conforter mon orientation.

### Mathilde LETARD

Passionnée de cartes, j'ai trouvé ce sujet attrayant car il montrait les coulisses de la réalisation des cartes IGN et les problèmes rencontrés. L'aspect relationnel qu'il incluait m'attirait également car il avait une dimension proche de ce qui nous attend dans notre vie professionnelle.

Lorsque nous avons commencé à réfléchir à la problématique, j'ai réalisé combien il était stimulant de devoir trouver des solutions à un problème concret, qui nécessitait de sortir sur le terrain pour prendre conscience de la réalité des choses. Le fait de devoir réfléchir dans des domaines multiples et rebondir au quotidien sur les imprévus que nous rencontrions était enrichissant, d'autant plus que l'on se rendait compte que chaque imprévu nous menait à une autre idée à exploiter. Ce projet m'a donc semblé très intéressant et je ne regrette pas d'avoir pu participer à ce groupe de réflexion sur un problème qui touche un public large et dont la résolution est contrainte par des moyens limités. Enfin, les discussions avec des acteurs locaux qui soulevaient des aspects polémiques du sujet comme le fait que si trop de petits sentiers sont connus on risque d'abîmer des espaces naturels fragiles m'a

beaucoup apporté et m'a fait réaliser qu'il est nécessaire d'avoir un certain recul sur le travail purement technique que l'on peut être amenés à faire.

Enfin, personnellement, j'ai apprécié l'autonomie que notre référent nous a laissée, tout en nous accompagnant de près quand nous en avons besoin. Le travail d'équipe m'a aussi beaucoup plu car il permet d'en apprendre toujours plus grâce au point de vue des autres.

## Tableau récapitulatif des résultats pour chacune des solutions explorées

Durant notre étude nous avons exploré plusieurs pistes et donc utilisé plusieurs outils afin de chercher à actualiser les bases de données de l'IGN. Nous recensons donc les différents points faibles et points forts de ces méthodes, ainsi que le temps nécessaire au traitement de chacune d'entre elles, et ce pour une zone géographique de 25km<sup>2</sup>. Ici, par « temps de traitement », nous n'entendons que le temps pour déceler une erreur de cartographie (ajouter ou supprimer un chemin/sentier). En effet nous avons un fichier *.shp* recensant toutes les routes/chemins/sentiers existants dans notre zone. Il s'agit donc pour nous de comparer les différents supports à cette couche.

	Point faible	Point fort	Temps de traitement
Orthoimages	-confusion possible entre un sentier et de la terre à nu (ex : aux Mourres)	-très intuitive et facile à analyser -radiométrie explicite -classification possible, donc gain de temps et réduction du taux d'erreur	6 heures (environ 15 minutes pour 1 orthoimage)
Images LIDAR	-peu pertinent pour détecter des petits sentiers et sensible aux confusions (cours d'eau/sentier/murs en pierres)	-très efficace en forêt et sous couvert végétal	7 heures (environ 20 minutes pour 1 image LIDAR)
Données fournies par des organismes (CO, <i>.shp</i> )	-information importante aux yeux de l'organisme qui l'a fourni, ça ne l'est pas forcément pour l'IGN	-vérité terrain importante -niveau de détail important	1h30 d'analyse
Espace collaboratif	-peu connu et manque de visibilité, encore trop peu de contributeurs -en cas d'ouverture à un public plus large, implique une équipe de modération plus large	-très facile à prendre en main -ne nécessite que très peu de post traitement -information très fiable de par le professionnalisme des contributeurs	dépend du nombre de signalements, si la fiabilité de ces derniers est vérifiée, juste le temps de l'ajout à la BDUni
<i>.gpx/Strava</i>	-ne recouvre pas l'ensemble du territoire, -fiabilité de 70% (sur notre échantillon) -aucune base de données commune recensant l'ensemble des fichiers <i>.gpx</i> existants	-collecté directement par les utilisateurs -permet de découvrir des potentielles erreurs invisibles ailleurs -fiabilité augmentée lorsque plusieurs sources décrivent un itinéraire non renseigné -43% des erreurs de cartographie ont été validés par orthoimages, donc sans aller sur le terrain, gain de temps	10 heures avec la collecte et la comparaison manuelles, en cas d'automatisation il faudrait 10 minutes, auxquelles on ajoute le temps sur le terrain pour vérification

FIGURE 28 – Confrontation des solutions.

## Statistiques détaillées

### Statistiques sur les cartes de courses d'orientation

A l'aide des logiciels OCAD, IGNMap et Qgis, nous avons pu traiter une carte de CO (Les Mourres 10000 disponible en annexe) d'environ 10km<sup>2</sup>. Nous avons ici comparé certains éléments présents sur la carte de CO par rapport à ceux présents sur la carte 1 : 25000. Nous avons pu définir des taux en fonction des éléments présents, ou non, sur l'une ou l'autre de ces cartes.

Carte de CO Les Mourres 10000				
	Taille totale de la classe (km)	Taux d'exactitude (%)	Taux d'erreur (%)	Taux d'absence (%)
Sentier	35	73	9	18
Route	15	100	0	0
Cours d'eau	25	79	8	13
Muret Clôture	3	0	0	100

FIGURE 29 – Tableau statistique sur la carte de CO de la zone des Mourres.

# Statistiques sur les données .gpx

Concernant les zones d'erreur:						
Longueur Pas de chemin	Longueur totale sans chemin	Longueur Sentier/Chemin non renseignés	Longueur totale sentier/chemin non renseigné	Fiabilité trace gpx	Sentiers visibles par ortho-images	
84	4502	50	10826	0.715626653		4614
186		65				
195		70				
223		70				0.426196194
425		97				
432	Sans ceux de moins de 200m	155	Sans ceux de moins de 200m			
523	3837	166	10153	0.725732666		
892		218				
1342		222				
		232				
		255				
		270				
		274				
		280				
		337				
		365				
		420				
		540				
		552				
		565				
		700				
		768				
		810				
		1030				
		1112				
		1203				

FIGURE 30 – Statistiques sur les données .gpx

## Données *.gpx*

En vert on visualise les données issues de la BDUni, après avoir détecté une erreur grâce aux couches *.gpx* (en rose), on peut créer un nouveau segment reprenant la couche *.gpx* et ainsi mettre à jour la BDUni.



FIGURE 31 – Exemple de tracé *.gpx* montrant l’existence d’un sentier absent de la BDUni.

## Données *Strava*

Sur cette zone, à l’ouest de Forcalquier, on constate que le tracé formé à partir des données *Strava* permet de mettre en évidence un sentier absent de la BDUni.



FIGURE 32 – Exemple de sentier mis en évidence par les données *Strava* et absent de la BDUni.

# Présentation des zones utilisées pour effectuer les tests des différentes solutions

## Orthoimages

3 dalles autour de Forcalquier (les 3 se situant au sud-ouest) :

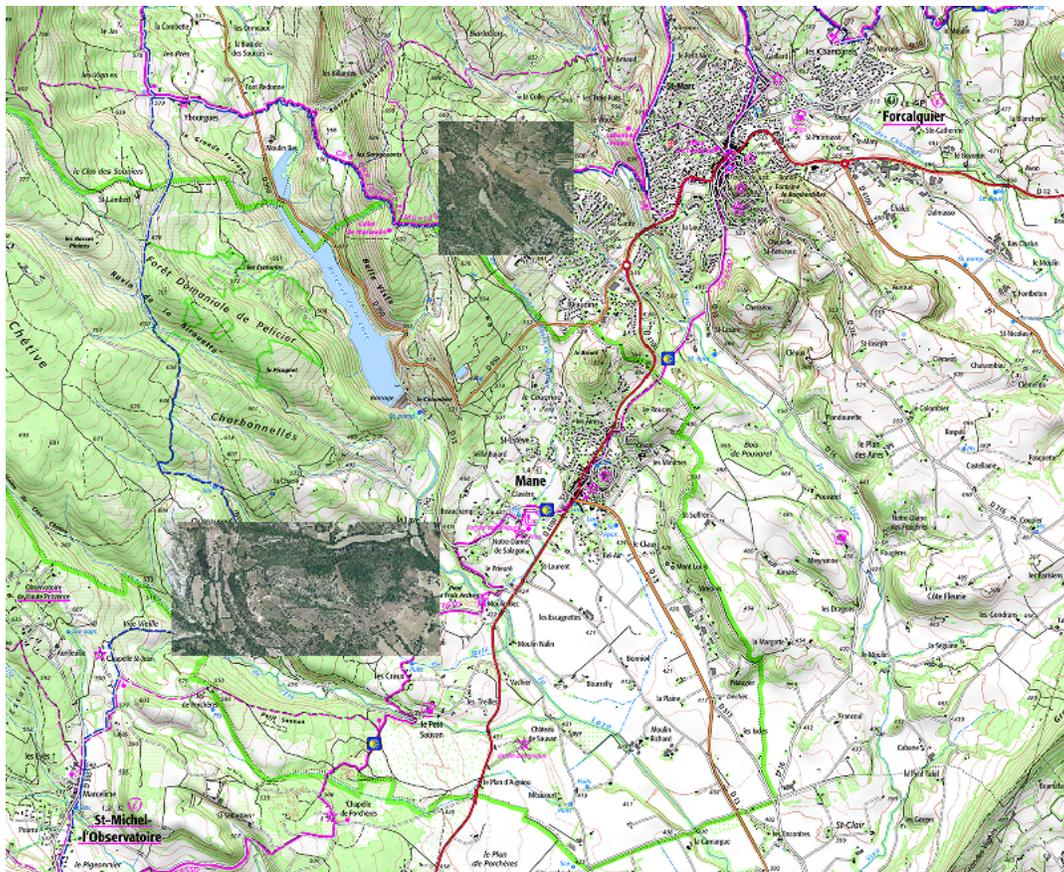


FIGURE 33 – Zones de tests pour les orthoimages.

## Téledétection

Pour tester cette solution nous avons choisi une orthophoto comprenant à la fois des sentiers en terre, en pierre, de la végétation et des zones anthropisées. Cette orthophoto se situe au sud-ouest de Mane.

## Données LiDAR

Nous avons sélectionné 3 dalles situées sur nos zones d'étude, les 2 premières à l'est de Mane et l'autre à l'ouest de Forcalquier, chacune d'entre elles ayant une superficie de 1km<sup>2</sup>.

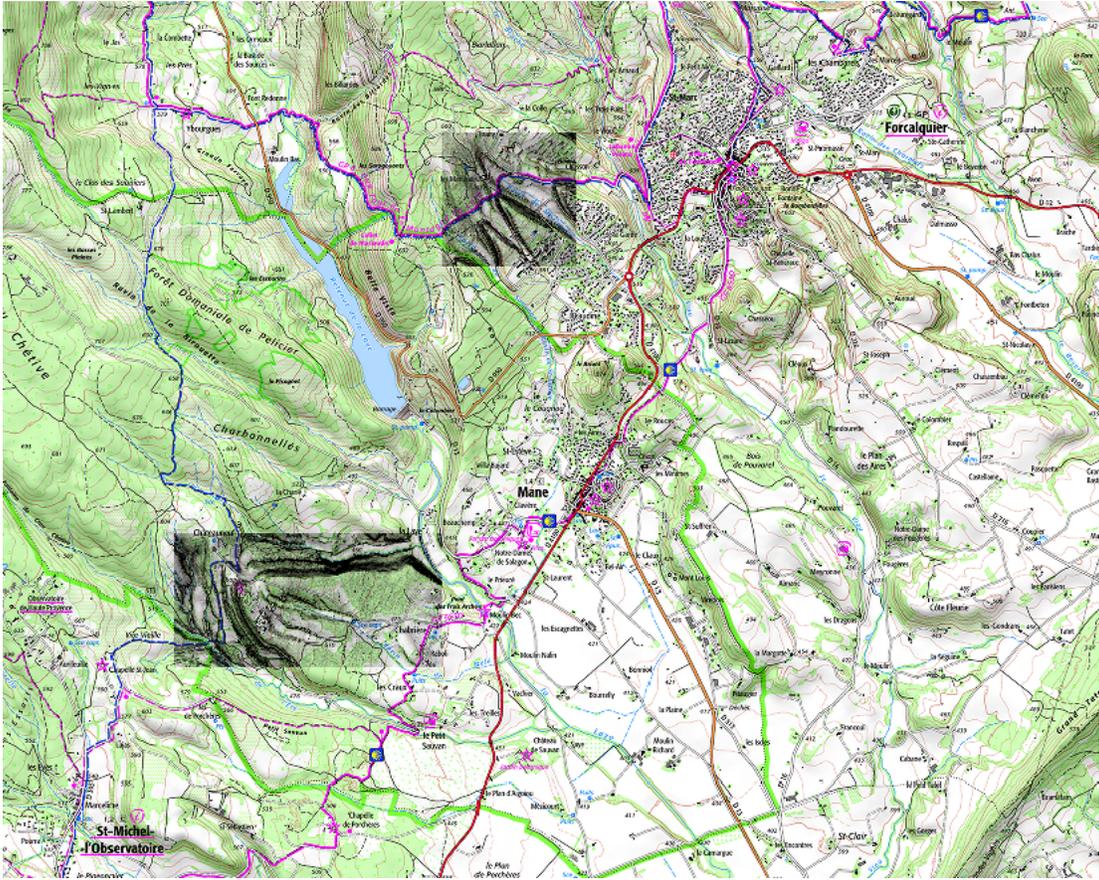


FIGURE 34 – Zones utilisées pour tester les données LiDAR.

## Carte CO

Zone de travail dans les Mourres.

## .GPX et Strava

Nous avons travaillé dans un rayon de 5 km autour de Forcalquier.