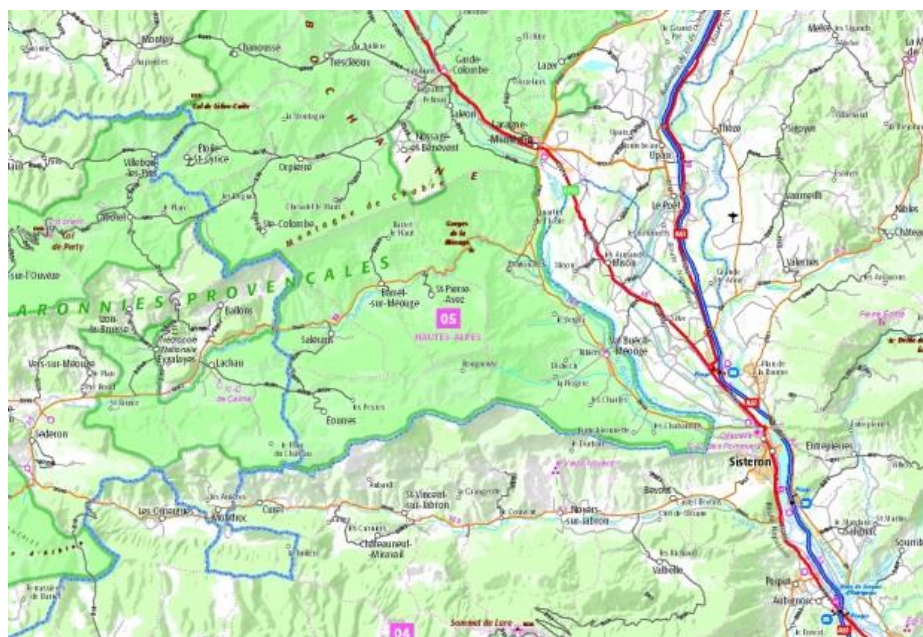


Analyse comparative de cartographies routières



Rapport de projet Ingénieur 1ere année

8 – 26 Juillet 2019

Table des matières

Introduction.....	4
I. Recherche des différents produits cartographiques de l'IGN et de ses concurrents que nous avons testés...	5
Les grandes familles de cartographie	5
Les cartes papier : la cartographie traditionnelle.....	5
Les cartes numériques : la cartographie nouvelle génération	5
II. Comparaison des différentes productions cartographiques testées	6
Comparaison entre elles selon différents critères	6
Comparaison Sud Est – Carte Michelin 1 : 200.000 et Carte IGN 1 : 250.000.....	6
Comparaison nationale.....	7
Analyse des cartes numériques.....	7
Les forces et les faiblesses de chacun des supports.....	8
Analyse de la justesse et de la cohérence des cartes entre les différentes échelles de l'IGN	9
III. Lever les doutes sur la vérité entre le terrain et la carte	10
Définition des zones de test	10
Traitement des informations recueillies sur le terrain à l'aide du logiciel GeoConcept	10
Réalisation de matrices de confusion pour chaque zone permettant de valider ou non l'authenticité de la carte.....	11
IV. Un comptage automatique permettant de qualifier le lien entre la base de données topographique et cartographique	12
V. Réalisation d'un sondage afin de recenser les préférences des utilisateurs	14
Le sondage « micro-trottoir » au marché.....	14
Le sondage complet en ligne	14
Bilan des tendances et avis majeurs des utilisateurs	14
VI. Proposition de pistes d'amélioration et de prototypes pour les cartes routières de l'IGN	15
Les changements réalisés sur la carte PACA à l'aide du logiciel GeoConcept.....	15
Les changements réalisés sur la carte des Bouches-du-Rhône Vaucluse sur le logiciel ArcMap	16
Conclusion	18
Conclusions personnelles	18
Clarisse DUCATILLION.....	18
Enzo CORVI	18
Walid HOUFAF	19
Alfred MENGIN	19
Gaspard COTHIAS FAURE.....	19
Table des illustrations.....	20

Annexes	21
Capture d'écran de carte numérique de la zone de Forcalquier.....	21
Tableau comparatif des différentes productions cartographique de la France Sud-Est.....	22
Tableau comparatif des différentes productions cartographique à l'échelle 1 : 1.000.000	23
Extraits de carte papier	25
Incohérences à différentes échelles entre deux cartes de l'IGN.....	25
Images de la vérité terrain.....	27
Matrices de confusion de la zone Nord Forcalquier (Exemple de la carte IGN)	27
Formules de la précision et du rappel en télédétection	28
Tableaux de comptage automatique.....	28
Liens vers les questionnaires.....	29
Changements réalisés sur la carte PACA à l'aide du logiciel GeoConcept	30
Changements réalisés sur la carte des Bouches-du-Rhône Vaucluse sur le logiciel ArcMap.....	31

Introduction

Le contexte du sujet donné par Hervé Quinquenel, chef de produit Cartographies et chaîne graphique à l'IGN, est : *« Les cartes routières, à des échelles comprises entre le 1 : 100.000 et le 1 : 1.000.000 suivant les produits et éditeurs, sont utilisées majoritairement pour se déplacer en véhicule et pour le tourisme. Les cartes IGN sont produites à partir de la « BDUni Moyenne échelle », base de données elle-même créée initialement à partir des cartes au 1 : 50.000 et plus ou moins bien mise à jour depuis une vingtaine d'années. Suivant les thèmes, la cohérence avec la « BDUni Grande échelle », mise à jour de façon bien plus précise et régulière, n'a cessé de diminuer et, si la situation continue, ces produits cartographiques risquent d'être de moins en moins attractifs qu'ils soient diffusés sous forme papier ou bien numérique. »*

C'est pourquoi nous nous sommes fixés deux objectifs en parallèle.

Le premier consiste à évaluer la qualité, c'est-à-dire l'adéquation du produit aux besoins des utilisateurs, des cartes routières de différents éditeurs et selon différents supports, numérique et papier. Cela implique de connaître les différences de contenu, l'adaptation de la représentation cartographique, la cohérence, la justesse et la fraîcheur des informations sur les produits cartographiques. De plus nous avons réalisé un questionnaire afin de connaître les attentes des utilisateurs de cartes et leurs ressenti sur les produits actuels.

Le deuxième objectif est de proposer des pistes d'amélioration pour les cartes routières papier de l'IGN, en cohérence avec les résultats des enquêtes utilisateur. Ces deux objectifs regroupent un enjeu global qui est de redynamiser l'attrait des produits cartographiques sous forme papier ou bien numérique.

Ainsi, au cours des trois semaines de projet, nous nous sommes demandés si les erreurs constatées sur les cartes étaient due à un problème de cartographie en tant que telle, c'est-à-dire le passage entre les bases de données topographique et cartographique, suivi de la généralisation, c'est-à-dire un passage de la carte à plus grande échelle à une carte à plus petite échelle ou si les erreurs étaient directement dues à des erreurs dans les bases de données source (topographique). C'est pourquoi nous nous sommes rendus sur le terrain afin de noter la vérité terrain et ensuite pouvoir la comparer à ce que nous trouvons sur la carte.

I. Recherche des différents produits cartographiques de l'IGN et de ses concurrents que nous avons testés

Les grandes familles de cartographie

La première étape de notre projet consistait à prendre connaissance des produits cartographiques de l'IGN et de ses concurrents. Nous avons ainsi identifié trois grands types de cartographie distincts : les cartes papier, les cartes numériques non modifiables et les cartes interactives. Ces trois types de cartographies offrent à l'utilisateur un degré de liberté croissant.

Avec les cartes papier, l'utilisateur dispose d'informations fixes cartographiques à une échelle fixe imprimées sur le papier. La cartographie numérique laisse apparaître la carte sur un écran et permet de modifier à volonté l'échelle en zoomant et dézoomant. Enfin, la cartographie interactive, que nous ne développerons pas davantage dans ce rapport, offre à l'utilisateur encore davantage de libertés. L'utilisateur peut ainsi choisir l'emprise de la carte, peut sélectionner les éléments qu'il placera dessus selon son besoin (tourisme, randonnée, stations-services...), mais peut parfois aussi réaliser des sondages sur un objet de la carte, les autres utilisateurs vont pouvoir répondre à ce sondage. L'objectif est de faire partager des informations géographiques entre utilisateurs afin de montrer des phénomènes.

Les cartes papier : la cartographie traditionnelle

Les cartes papier correspondent aux cartes traditionnelles. Elles représentent une portion du territoire à une échelle donnée et ont des objectifs différents (tourisme, randonnée, routes). En France, ce type de cartographie est partagé en grande majorité entre deux grands acteurs, Michelin et IGN, disposant chacun de leur gamme de cartes routières. Michelin dispose de différentes échelles allant de l'échelle nationale (1 : 1.000.000) à l'échelle régionale (1 : 200.000), tandis que l'IGN dispose en plus d'une échelle départementale (1 : 100.000). Une fois imprimée, une carte papier n'est pas mise à jour rapidement puisque le rythme de mise à jour est contraint par celui des nouvelles éditions. Le marché des cartes papier est ainsi actuellement en déclin au profit des cartes numériques plus accessibles et s'adaptant facilement à différents besoins.

Les cartes numériques : la cartographie nouvelle génération

Les cartes numériques correspondent aux cartes disponibles sur un écran. On les utilise généralement sur les ordinateurs, smartphones ou encore les GPS. En plus de présenter visuellement des cartes, l'utilisateur a la possibilité de choisir l'échelle à volonté en zoomant et dézoomant, de sorte à afficher une zone large mais moins détaillée ou inversement une zone précise avec davantage d'informations. Les sites de cartes numériques ont la particularité de disposer de nombreuses fonctionnalités annexes telles que le calcul d'itinéraire entre deux lieux ou l'obtention d'informations supplémentaires quand on clique sur un objet de la carte.

Les différents moteurs de recherche ont développé leur propre carte numérique (Google, Bing, Yahoo etc.). Il existe également diverses applications cartographiques sur mobile (HERE WeGo de Nokia, Waze etc.). OpenStreetMap est une carte numérique ouverte à tous et améliorée chaque jour par des millions d'utilisateurs de façon collaborative. Nous pouvons également trouver des logiciels de cartes numériques indépendants tels que Bottin Carto, CartesFrance.fr ou le plus connu Mappy. Afin de contrer la concurrence, Michelin a développé son propre service internet de cartes numériques ViaMichelin qui dispose d'une palette de cartes différentes. L'IGN à travers le Géoportail publie ses cartes numériques. La contrainte des cartes numériques et papier est de montrer un maximum d'informations (relief, tourisme, services en fonction de l'usage ciblé etc.), tout en maintenant la carte lisible. Réaliser une bonne carte est donc un savant mélange entre l'exhaustivité et la lisibilité.

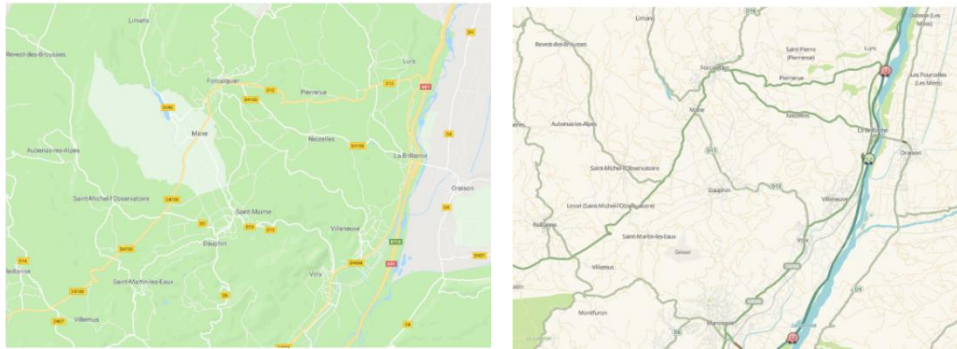


Figure 1 - Capture d'écran de carte numérique de la zone de Forcalquier de Google Maps et Waze

II. Comparaison des différentes productions cartographiques testées

Comparaison entre elles selon différents critères

Afin de mieux connaître les forces et les faiblesses de chaque carte papier et numérique, il nous a fallu comparer les cartes entre elles. Nous avons ainsi dans un premier temps comparé différentes échelles de cartes comparables entre Michelin et IGN. Les cartes comparées sont : la carte de France de Michelin (1 : 1.000.000), la carte du Sud Est de la France de Michelin (1 : 500.000) et la carte de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) de Michelin (1 : 200.000) et la carte nationale de l'IGN (1000000) 750000 320000 250000 100000 Nous avons confronté ces différentes cartes à leurs homologues de l'IGN.



Figure 2 – Certaines couvertures des cartes papier utilisées au cours du projet

Toutes les comparaisons de cartes papier sont archivées et nous avons choisi d'en présenter deux dans ce rapport.

Comparaison Sud Est – Carte Michelin 1 : 200.000 et Carte IGN 1 : 250.000

Pour les cartes IGN et Michelin du Sud-Est de la France, nous les avons comparées sur des critères plutôt généraux tels que la représentation de la légende, l'échelle choisie, la représentation des villes ou encore la présence d'un QR code permettant d'accéder aux informations concernant le trafic routier en temps réel. L'impression générale sur le fond de carte était également un critère déterminant. (Voir le tableau en annexe)



(a) Source : IGN Carte régionale. Echelle : 1 : 250.000



(b) Source : Michelin. Echelle : 1 : 200.000

Figure 3 - Extrait de carte papier de la zone de Forcalquier (voir en annexe)

Comparaison nationale

Pour comparer les deux cartes concurrentes à l'échelle 1 : 1.000.000 nous nous sommes intéressé à comment était représenté chaque élément de légende dans la carte, par exemple les différents types d'autoroutes (gratuites ou payantes). Chez IGN, la carte nationale montre les autoroutes avec des bandes larges bleu foncé avec une bande blanche à l'intérieur tandis que Michelin opte pour une bande large rouge avec une bande jaune à l'intérieur. Sur ce critère, l'IGN est plus efficace car différencie les autoroutes gratuites et payantes avec des couleurs différentes tandis que Michelin ne montre la différence qu'avec les distances autoroutières. Globalement, la carte de France IGN est plus pastel et plus lisse que la carte Michelin, en choisissant des couleurs plus douces. Elle est plus lisible en choisissant les informations essentielles contrairement à Michelin qui affiche beaucoup d'informations. (Voir le tableau en annexe)



(a) Source : IGN Echelle : 1 : 1.000.000



(b) Source : Michelin. Echelle : 1 : 1.000.000

Figure 4 - Extrait de la carte de France papier

Analyse des cartes numériques

Nous avons réalisé un travail similaire concernant l'aspect, les fonctionnalités et les informations fournies par les cartes numériques. Nous avons comparé de nombreuses cartes numériques à plusieurs échelles, par exemple *Google Maps*, *Bing Map*, *Waze*, *OpenStreetMap* etc... Il en existe une quinzaine à notre connaissance, bien sûr certaines utilisent la même base de données mais se différencient dans la présentation de ces données et peuvent apparaître complètement différentes. A une échelle donnée, nous avons analysé la qualité de chaque carte en nous basant sur des critères visuels (couleurs, agencement des informations), mais aussi sur la quantité et les différents types d'informations présentes, en anticipant les attentes des utilisateurs. Les premières différences des cartes écrans se situent au niveau du fond de carte, certaines préfèrent représenter au mieux l'occupation du sol comme *OpenStreetMap*, pratique pour se retrouver dans une zone non homogène mais qui surcharge la carte. Tandis que d'autres comme *Google Map* penchent pour un fond de carte majoritairement gris, pas très esthétique mais rend épurées et accessibles les différentes informations. Nous avons pu remarquer que les principales différences entre chaque cartes se situent dans l'affichage de l'information : globalement, toutes les cartes vont afficher les mêmes informations mais pas à la même échelle.

Enfin, pour compléter l'analyse, nous avons listé les différentes fonctionnalités proposées par chaque carte numérique afin d'anticiper certaines réponses des utilisateurs de cartes que nous avons prévu d'interroger. De nombreuses cartes écran possèdent désormais une option pour afficher le trafic routier en temps réel. Pour certaines cartes, c'est plus qu'une option, pas le choix d'afficher le trafic sur *Waze*, pour représenter cela, les couleurs changent de couleur (vert pour un trafic fluide, orange pour un ralentissement etc...)

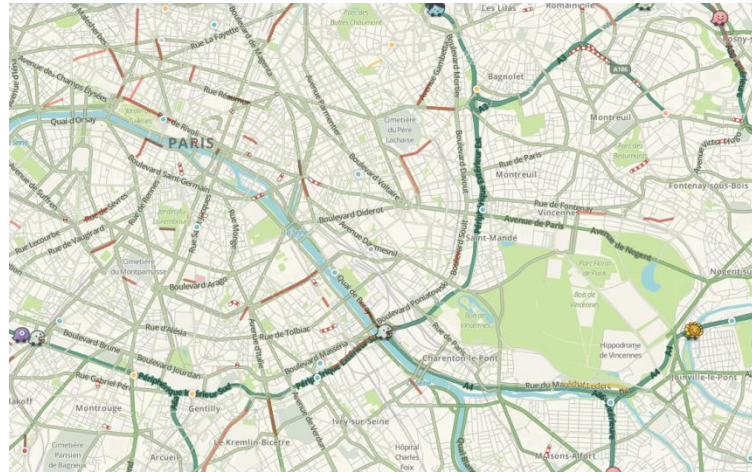


Figure 5 - Extrait de la carte Waze présentant le trafic routier

Les forces et les faiblesses de chacun des supports

Les cartes papier disposent de certains avantages par rapport aux cartes numériques. Avec les cartes papier, il est facile d'avoir une vue globale sur une zone cartographique dans le but de prévoir un trajet en voiture en dépliant la carte au maximum. La carte papier ne nécessite pas de connexion internet contrairement à la plupart de cartes numériques telles que les cartes de Google Maps qui en nécessitent une. La plupart des fonds cartographiques des cartes papiers sont plus jolis que les fonds des cartes numériques plus simples mais plus ternes. Enfin, la carte papier dispose d'un certain caractère ludique dans la mesure où les personnes l'utilisent par envie.

La principale force de l'ensemble des cartes Michelin est leur cohérence au niveau des graphismes et de la représentation des différents types de routes. Ainsi, un utilisateur ne sera pas perdu entre les différentes cartes. Dans l'ensemble, les cartes Michelin présentent des couleurs vives (rouge, jaune fluo, bleu fluo) qui donnent envie d'être regardées par l'utilisateur. Elles présentent également une forte densité d'information sur l'ensemble de la carte. La carte nationale est le parfait témoin de cette impression. La carte est belle, dense et donne des informations variées. Par exemple, elle détaille les reliefs en utilisant un faible estompage, ainsi qu'en indiquant de nombreux sommets et cols avec leurs altitudes. Les différents types de routes sont également bien détaillés (routes à chaussée séparées, routes secondaires...).

Cette même carte nationale trouve ses défauts là où se situent ses avantages. Cette carte est exhaustive mais sacrifie parfois la bonne lisibilité dans certains cas. La surcharge d'information et certains choix radiométriques sont discutables. Par exemple, les cours d'eau sont représentés de la même couleur que les distances des routes secondaires. D'autre part, Michelin a décidé de placer une surface jaune fluo devant chaque ville afin qu'on l'aperçoive rapidement. Cependant, ce choix implique que les zones routières proches des villes sont occultées. Le fait d'encadrer les villes touristiques en vert accentue la perte de lisibilité de la carte.

La carte nationale de l'IGN semble de son côté moins attractive au premier abord. Elle présente des couleurs plutôt pastel, représente peu d'informations sur le relief (pas d'estompage et moins de sommets et cols) et peu d'informations touristiques. Toutefois, l'espace libéré par l'ensemble de ces informations manquantes rend la carte plus lisible. Il manque également quelques routes secondaires, mais ceci permet de mettre l'accent sur les axes principaux. Cette carte dispose également de zooms sur les principales agglomérations françaises. La carte nationale 1 : 750.000 écope d'un premier défaut de taille, en effet, elle est pliée de

manière peu ergonomique. En effet, ressentir un bon pli d'une carte papier est le premier contact avec l'utilisateur, qui ne doit pas être négligé.

Au niveau de l'échelle régionale, Michelin garde une nomenclature quasi identique par rapport aux plus petites échelles. Elle ne provoque donc pas de "dépaysement". A l'inverse de l'IGN qui abandonne certaines couleurs de routes. En voulant être trop exhaustive, la carte IGN devient moins lisible en montrant beaucoup d'itinéraires de randonnée. Les courbes de niveau apportent certes une plus-value par rapport à Michelin, mais rendent la carte routière moins lisible. Michelin synthétise les informations essentielles à cette échelle et sa carte semble plus pratique à utiliser.

Analyse de la justesse et de la cohérence des cartes entre les différentes échelles de l'IGN

Après avoir comparé les différentes cartes papier concurrentes entre elles, il semblait aussi nécessaire d'analyser la cohérence des différentes cartes IGN entre elles. Le travail se divisait en deux parties, d'une part nous devions examiner les éventuelles différences de représentation cartographique des objets et d'autre part nous devions étudier d'éventuelles erreurs cartographiques entre une échelle et une autre (par exemple : un élément indiqué dans une petite échelle n'était pas représenté à plus grande échelle).

La principale incohérence des cartes IGN sur l'ensemble des échelles est la représentation des routes. Si les autoroutes sont toujours représentées de la même manière (deux lignes bleu clair ou bleu foncé encadrant une ligne blanche), le code couleur des routes change. Ainsi les routes secondaires représentées en gris à petites échelles deviennent blanches, tandis que les routes à caractère régional oranges deviennent jaunes. L'autre incohérence majeure correspond à une information sommaire concernant les reliefs à petite échelle qui devient trop importante avec l'ajout des courbes de niveau à l'échelle régionale.

En plus de certaines incohérences de représentation, il est parfois possible de trouver des toponymes différents à différentes échelles. L'exemple de la croix du Sapet est le plus marquant. En effet, au 1 : 250.000, le nom de la croix indiqué est "croix de Valberg", puisque la croix se trouve au lieu-dit de Valberg. Cependant, au 1 : 100.000, le nom "croix du Sapet" est indiqué. Parfois, un lieu indiqué au 1 : 250.000 n'y est plus au 1 : 100.000, à l'image du musée international de la parfumerie de Grasse qui disparaît complètement au profit d'informations secondaires. Enfin, la dernière incohérence consiste à atténuer une information capitale à plus grande échelle.

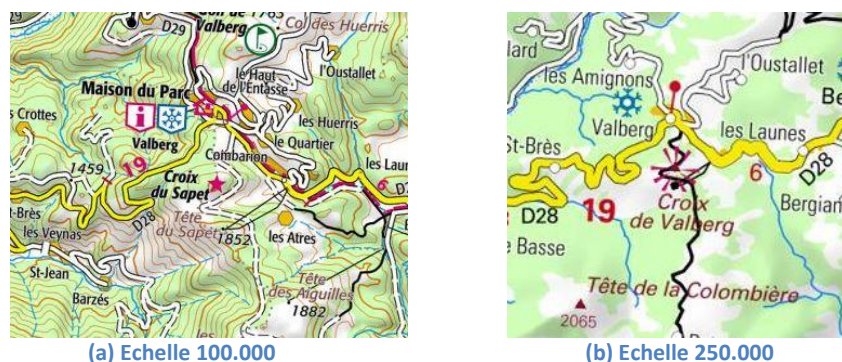


Figure 6 - Erreur du toponyme de la croix sur la carte IGN à différentes échelles

III. Lever les doutes sur la vérité entre le terrain et la carte

Définition des zones de test

L'objectif est de parcourir une large zone autour de Forcalquier afin d'avoir un échantillon le plus significatif possible, dans le but d'obtenir de nombreuses données concernant la vérité terrain des cartes IGN et Michelin.

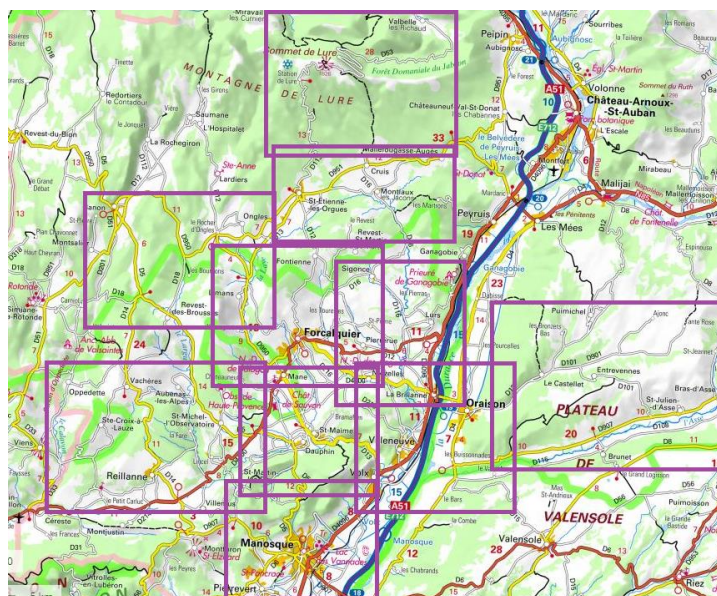


Figure 7 - Recouvrement des zones explorées dans la région

Traitement des informations recueillies sur le terrain à l'aide du logiciel GeoConcept

Nous possédons la base de données BDUni du département 04 dans laquelle nous utilisons principalement la base de données moyenne échelle qui correspond aux routes représentées sur les cartes IGN à l'échelle 1 : 100.000 et Michelin à l'échelle 1 : 200.000. Le logiciel que nous utilisons est GeoConcept, il nous permet de faire des requêtes attributaires et spatiales, par exemple pour connaître la longueur des routes selon leur type.

Pour commencer il faut numériser un objet surfacique correspondant exactement à la zone terrain étudiée. Une fois cette zone créée il faut élaborer les requêtes nécessaires, elles concernent les tronçons de route et diffèrent selon le type de la route (Revêtue, Non revêtue, Sentier). Nous utilisons l'emprise de la zone initialement créée et nous nous limitons aux objets strictement inclus dans la référence (si les objets n'étaient pas strictement inclus, certaines routes étaient plus longues que ce que nous avons vérifié). La distance totale des routes revêtues, par exemple, de la zone est connue après avoir lancé la requête correspondante.

Sur le terrain nous avons observé des erreurs de type de route, des routes présentes sur la carte mais absentes dans la réalité, des éléments ponctuels absents ou faux etc. Nous comparons ainsi sur le logiciel la base de données et la réalité.

Réalisation de matrices de confusion pour chaque zone permettant de valider ou non l'authenticité de la carte

Sur le terrain nous recensons de la manière la plus exhaustive possible les routes, bâtiments porteurs d'erreur et ceux qui sont justes. Ne pouvant tout vérifier nous nous attachons en priorité à vérifier les routes et bâtiments que nous avons trouvé porteurs d'erreur au préalable, il convient d'exploiter ces résultats, en tant qu'échantillon de la zone étudiée. Pour exploiter statistiquement ces résultats, nous réalisons une matrice de confusion. La matrice de confusion est un tableau à double entrée (dans notre cas : carte et terrain), qui prend pour éléments les routes revêtues symbolisées A, les routes non revêtues symbolisées B, et les tronçons non carrossables symbolisés C. Sur la case (A, A), nous dénombrons les routes désignées par la carte comme revêtues qui le sont vraiment, sur la case (A, B), nous dénombrons les routes désignées par la carte comme revêtues qui sont en réalité non revêtues sur le terrain. Un autre cas de figure est la case (A, Rien) qui dénombre les routes revêtues pointées sur la carte, qui n'existent pas dans la réalité.

Nous avons fait le choix de réaliser des matrices de confusion depuis GeoConcept sur la BDUni de l'IGN, dans l'optique d'apprendre à utiliser ce logiciel nouveau pour nous, mais nous aurions pu tout à fait utiliser QGIS. GeoConcept va recenser les distances de routes de chaque type dans une zone désignée. Travailler ainsi permet aussi dans une certaine mesure d'établir si une erreur éventuelle provient de la base de données topographique ou bien est simplement une erreur qui s'est glissée lors de la phase de rédaction cartographique. La réalisation de la matrice est plus fastidieuse pour les cartes Michelin, puisque nous ne possédons pas la base de données topographique de Michelin. Il s'avère que la base de données topographique de l'IGN est beaucoup plus exhaustive que ce que nous retrouvons sur la carte Michelin. Il a donc fallu désélectionner manuellement toutes les routes n'apparaissant pas sur la carte Michelin, afin que la matrice de confusion échantillonne correctement la précision de la carte. Du fait de la multiplicité des zones couvertes et notamment de leur diversité (zone urbaine, rurale, montagnarde etc.), il a été possible d'obtenir un échantillon traité relativement dense d'un rayon entre 15 et 20 km autour de Forcalquier des cartes IGN et Michelin.

(en km)	A	B	C	Rien	(en km)	A	B	C	Rien
A	1094	13	0	0.862	A	756.504	7.873	0	0
B	77.123	261	0	0.821	B	0.743	0	3.509	2.448
C	0	0	33.535	0	C	0	0	0	0
Rien	1.16	0	0	0	Rien	1.16	0	0	0

(a) IGN

(b) Michelin

Figure 8 - Matrice de confusion totale

Colonne1	IGN	Michelin
OA	93.9117783	97.4892813
Rappel de A	98.7487611	98.9700109
Précision de A	93.4146114	98.650973
Rappel de B	77.8532948	86.4712977
Précision de B	95.4703833	92.4772588

Légende :

A : Routes revêtues

B : Routes non revêtues

C : Tronçons non carrossables

Figure 9 - Tableau récapitulatif Rappel et Précision

Nous observons que sur la zone étendue couverte par notre vérité terrain, les cartes Michelin au 1 : 200.000 semblent plus justes que celles TOP100 de l'IGN, mais il convient de relativiser ce résultat. En effet les cartes IGN représentent beaucoup plus de routes que la carte Michelin, notamment les routes non revêtues première source d'erreur. Ainsi en représentant plus de routes notamment des routes reculées, plus sujettes à l'erreur. Nous observons un certain nombre de confusion entre routes non revêtues qui sont en réalité des routes revêtues. L'explication à cette confusion est que l'urbanisation de la région et plus particulièrement le goudronnement des routes progresse rapidement en comparaison de la mise à jour de la base de données moyenne échelle, mise à jour occasionnellement.

IV. Un comptage automatique permettant de qualifier le lien entre la base de données topographique et cartographique

La base de données cartographique est dérivée de la base de données vectorielles aussi appelée base de données topographique. Le passage entre ces deux bases correspond à ce qu'on appelle la phase de rédaction cartographique. Cette phase contient de nombreuses étapes indispensables parmi lesquelles nous pouvons citer la généralisation, la symbolisation ou encore le placement des écritures. Ces transformations impliquent souvent une perte volontaire d'information, par souci de lisibilité. Par exemple, lors de la généralisation, il est fréquent de supprimer des lacets de route pour améliorer la lisibilité. La longueur de la route représentée par la base de données topographique peut être différente, plus ou moins grande suivant les cas.

Notre objectif pour cette partie est donc de quantifier les différences entre ces deux bases de données en se basant sur plusieurs couches. Nous avons décidé de sélectionner deux grandes zones strictement incluses dans le département des Alpes de Haute Provence (une plutôt à l'Est et l'autre plutôt à l'Ouest), puisque la base de données topographique ne s'étendait que sur ce département (6 925 km²).

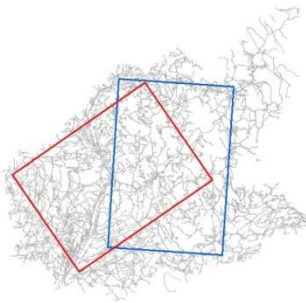


Figure 10 - Zones de comptage, zone 1 en bleu et zone 2 en rouge

Il nous fallait ensuite comparer deux couches d'informations comparables (par exemple celles représentant les routes revêtues). Dans le cas des routes revêtues, nous avons découpé les bases de données correspondantes avec les deux zones de comptage précédemment définies. Dans la base de données cartographique, les routes étaient divisées en trois couches, celle contenant les routes classiques, celle contenant les routes dans un tunnel et celles contenant les routes sur des viaducs. Il est apparu que ces deux dernières catégories étaient négligeables comparées aux deux premières (3000 km environ de tronçons routiers cumulés contre 200 m pour les deux autres couches réunies, ces données ont été récupérées à l'aide de la table attributaire des couches correspondantes sur le logiciel Arcgis), donc nous n'avons pris en compte que la première couche. Au final, nous avons obtenu le tableau ci-dessous. Il y a dans les deux zones à peu près 3 % de routes revêtues en plus dans la base de données topographique. Une valeur positive de

pourcentage correspond à une distance plus grande dans base de données topographique, inversement pour les valeurs négatives.

Routes revêtues	Zone 1	Zone 2
Base de données cartographique	1501534	2386266
Base de données topographique	1552668	2455659
Distance entre les deux BDD (%)	3.293299018	2.825840233

Figure 11 - Comptage des routes revêtues (en m) dans la base de données cartographique et topographique

Nous avons réalisé le même processus pour comparer d'autres couches composant les bases de données, toutes les couches montrant des figurés linéaires. Nous nous sommes ensuite intéressés aux tronçons hydrographiques en les séparant en deux groupes, les tronçons permanents (rivières, canaux) et les tronçons temporaires. Dans les deux zones nous avons remarqué que la longueur totale des cours d'eau permanents était bien supérieure dans la base de données cartographique.

Hydrographie permanente	Zone 1	Zone 2
Base de données cartographique	2452508	2038238
Base de données topographique	2005065	1764030
Distance entre les deux BDD (%)	-22.31563565	-15.54440684

Figure 12 - Comptage de l'hydrographie permanente (en m) dans la base de données cartographique et topographique

Lorsque nous avons réalisé la même opération avec l'hydrographie intermittente, nous avons remarqué que la base de données cartographique totalisait moins de tronçons temporaires.

Hydrographie temporaire	Zone 1	Zone 2
Base de données cartographique	3070042	3188329
Base de données topographique	3540358	3478440
Distance entre les deux BDD (%)	13.28441926	8.340261727

Figure 13 - Comptage de l'hydrographie temporaire (en m) dans la base de données cartographique et topographique

Nous nous sommes aperçus que la base de données cartographique intégrait des tronçons temporaires dans les tronçons permanents (cours d'eau qui ne s'assèchent jamais), d'où la distance plus importante de tronçons permanents dans la base de données cartographique.

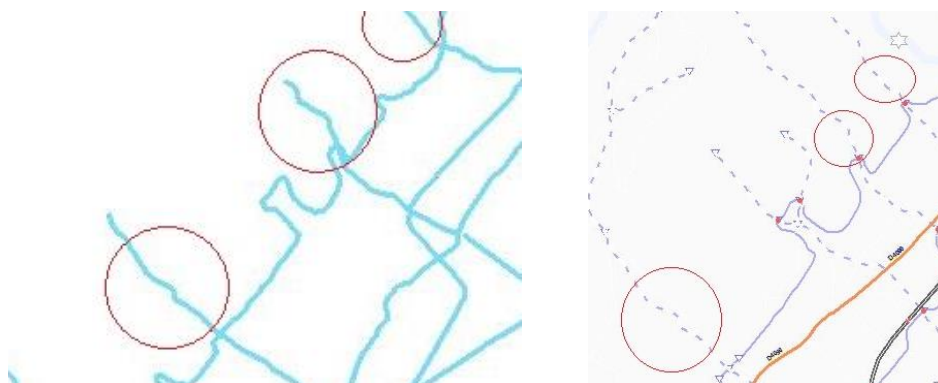


Figure 14 - Comparaison base de données cartographique (gauche) et topographique (droite) pour les tronçons hydrographiques permanents ou non

V. Réalisation d'un sondage afin de recenser les préférences des utilisateurs

L'un des aspects essentiels de notre projet, était de recueillir les avis des utilisateurs de cartes en tout genre, avoir cet avis profane, plus direct permet de prendre du recul et d'envisager de potentielles améliorations des cartes à l'avenir. Le questionnaire développé par notre groupe a été réalisé sur Google Forms. Composé d'une quinzaine de questions, il avait vocation à interroger les utilisateurs sur différentes notions telles que la préférence entre carte papier, numérique, l'avis des utilisateurs sur différentes cartes, leur utilisation des cartes et sa fréquence etc. (sondage en annexe).

Le sondage « micro-trottoir » au marché

Ce recensement d'avis sur les cartes s'est fait dans un premier temps, sur le marché, avec un questionnaire (lien en annexe) qui pouvait s'étirer entre 5 à 12 questions sur les cartes numériques et papier, selon l'engouement des personnes interrogées pour les cartes. Outre les utilisateurs, nous avons aussi eu l'occasion d'interroger des professionnels utilisant les cartes tels que l'office de tourisme. La version du questionnaire utilisée pour le marché était une version raccourcie du véritable questionnaire exhaustif en ligne, qui avait vocation à être fait chez soi, sans limite de temps.

Pour le traitement de l'information, nous avons considéré les 3-4 critères les plus importants établis par le questionnaire en ligne tels que l'esthétisme, la quantité d'informations, la précision etc. Nous avons commencé par la pertinence de l'information, c'est-à-dire d'inclure les informations dont le grand public a besoin pour ses usages principaux. Ensuite la quantité d'informations, nous voulions déterminer s'il serait plus judicieux de privilégier, pour les cartes papier, l'exhaustivité ou bien la lisibilité de l'information.

Enfin l'esthétisme de la carte. Il s'agit plutôt d'une contrainte à l'information mais reste déterminante dans le choix d'achat des utilisateurs et doit donc être considéré comme critère de décision en cas d'hésitation entre plusieurs représentations cartographiques.

Il a aussi été demandé, dans le cas des cartes numériques, l'importance de la possibilité de sélectionner des informations et les fonctionnalités indispensables pour une carte numérique.

Le sondage complet en ligne

Le questionnaire sur Internet était bien plus exhaustif (lien en annexe), il suivait des chemins différents selon les réponses données aux questions précédentes. Le but de ce questionnaire était d'avoir un avis détaillé, et relativement complet des personnes sondées sur les cartes numériques et papier, sur plusieurs cartes, sur la présence de courbes de niveaux, sur les cartes utilisées etc.

L'un des intérêts du sondage Internet était de recueillir bien plus d'avis que lors du marché, afin de se rapprocher le plus possible des avis majeurs des utilisateurs sur les cartes numériques et papier aujourd'hui, afin que les potentielles améliorations envisagées et implémentées par la suite répondent à une véritable demande des utilisateurs en France.

Bilan des tendances et avis majeurs des utilisateurs

Nous avons observé des différences dans les tendances entre les sondages marché et en ligne, différences s'expliquant par les conditions dans lesquelles les sondés ont répondu aux questions. Il se peut en effet qu'ici, le sondage marché traduise moins bien la réalité en raison de réponses généralement succinctes donc moins réfléchies.

On constate que les cartes servent avant tout des déplacements utilitaires. Même si la randonnée et le vélo sont des activités sollicitant beaucoup la cartographie, la voiture reste le moyen de transport auquel le grand

public pense le premier lorsqu'on lui parle de cartes comme le traduit le recul significatif du vélo et de la randonnée par rapport à la voiture entre le sondage marché et le sondage en ligne.

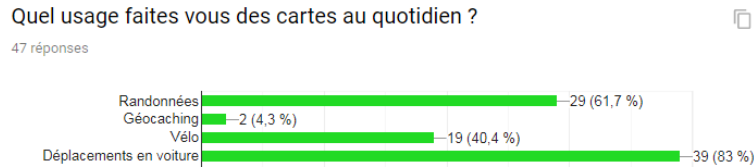


Figure 15 - Statistique d'usage des cartes (sondage Internet)

L'échelle principalement utilisée en carte papier est l'échelle départementale (environ 70% des sondés). Les cartes à échelle régionale et nationale sont moins mentionnées parce que ce sont des cartes faites pour des distances importantes ainsi les usagers en ont moins souvent l'utilité.

Quant à l'échelle interrégionale, sa faible popularité vient du fait qu'elle est moins précise qu'une carte régionale mais qu'en même temps, la carte nationale est assez efficace pour permettre la navigation à travers diverses régions.

Les courbes de niveaux semblent plutôt impopulaires parmi les usagers. Cependant, le Google Forms ne tient pas compte des différentes échelles dans le jugement des courbes de niveaux et il s'avère, d'après les témoignages recueillis dans nos sondages que les courbes de niveaux sont très appréciées à grande échelle mais sont considérées comme handicapantes aux moyennes et petites échelles, qui servent avant tout pour le déplacement routier.

VI. Proposition de pistes d'amélioration et de prototypes pour les cartes routières de l'IGN

Suite à la synthèse des avis des utilisateurs, nous avons sélectionné les avis les plus récurrents afin de proposer des pistes d'améliorations et des prototypes pour les cartes routières de l'IGN, qui se rapprochent le plus des attentes des utilisateurs. Les logiciels que nous avons utilisés sont GeoConcept et ArcMap. Nous avons modifié la carte IGN de la région PACA au 1 : 250 000 sur le logiciel GeoConcept et la carte départementale des Bouches-du-Rhône Vaucluse au 1 : 150 000 sur le logiciel ArcMap.

Les changements réalisés sur la carte PACA à l'aide du logiciel GeoConcept

Les changements principaux faits sur la carte PACA ont été la suppression des courbes de niveau, elles ont été remplacées par un estompage réalisé sur QGIS à l'aide du MNT du département des Alpes de Haute Provence. Plusieurs couleurs ont été testées, nous avons pensé à coloriser l'estompage en bistre, la couleur des courbes de niveau, cependant sur les zones blanches nous avons l'impression d'être en présence de champs cultivés et la superposition du bistre avec le vert des forêts donnait une couleur peu agréable. Nous avons donc choisi de prendre la couleur noire à une transparence de 50% qui appuie bien le relief et permet une visibilité plus importante des tronçons routiers. L'estompage se rapproche de la version numérique de la carte.

Nous avons également modifié la couleur des tronçons routiers principaux, les routes rouges et jaunes sont maintenant de couleur plus vive. Les noms de routes qui étaient peu visible avant ont été également accentués en les mettant en gras.

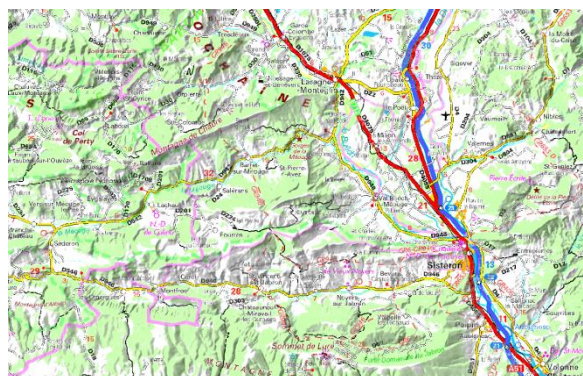
Les noms de forêts étaient peu visibles nous avons donc choisi une couleur de vert plus foncée. Nous avons également changé la couleur des glaciers qui étaient représentés en violet, nous avons alors choisi une

couleur bleu ciel comme celle que nous voyons lorsque la glace est traversée par un rayon lumineux. Nous avons foncé la couleur des lacs et par conséquent celle de la mer méditerranée.

L'aspect des itinéraires de grande randonnée a également été changé, nous avons opté pour une alternance de rouge et de blanc en pointillé pour se rapprocher de la réalité et du marquage à suivre le long des GR. La couleur du nom de ces GR a été changée en rouge. Les limites de parcs naturels sont maintenant représentées en pointillés et la taille est diminuée de moitié. La taille des départements et régions a également été diminuée de moitié, avec toujours une couleur plus foncée pour les régions.



(a) Avant les changements



(b) Après les changements, prototype

Figure 16 - Extrait de la carte de la région PACA au 1 : 250.000 (voir annexe)

Les changements réalisés sur la carte des Bouches-du-Rhône Vaucluse sur le logiciel ArcMap

Nous nous sommes ensuite intéressés à la carte routière départementale IGN à l'échelle 1 : 150.000. Cette carte est en effet différente de ses homologues au niveau des choix effectués. Elle est ainsi beaucoup plus épurée en ne représentant plus les courbes de niveau et en utilisant un estompage minimaliste. Nous avons décidé de confronter ce modèle à l'avis des membres de notre promotion, afin de pouvoir explorer des pistes d'amélioration.

La première critique majeure correspond à l'estompage présent sur la carte. Nombreuses étaient les personnes qui assimilaient l'estompage à des taches d'encre. Ils trouvaient également les frontières des parcs naturels trop larges et incompréhensibles lorsque le parc est discontinu. La troisième critique correspondait à la trop forte densité des routes secondaires dans les zones urbaines. Ce qui avait pour effet de minimiser l'importance des départementales. L'impression générale des utilisateurs en voyant cette carte était une hétérogénéité de l'information, avec l'opposition de zones vides et de zones trop fournies en informations. Certains utilisateurs saluaient tout de même le caractère doux et pastel de la carte.

Nous avons décidé de réduire l'épaisseur des limites départementales et régionales afin de plus mettre l'accent sur les routes. Nous avons choisi une couleur bleu-magenta pour représenter ces frontières. Pour les parcs naturels, nous avons réduit l'épaisseur des limites pour les mêmes raisons et accentué la couleur verte pour compenser la perte d'importance. Nous avons également placé un vert transparent à l'intérieur des parcs naturels afin de distinguer plus facilement l'intérieur de l'extérieur. Nous avons supprimé les cours d'eau secondaires car certaines personnes s'étaient plaintes que les cours d'eau cachaient parfois les routes grises. Nous avons supprimé l'estompage actuel et ajouté à la place le même estompage que celui produit pour la carte 1 : 250.000.

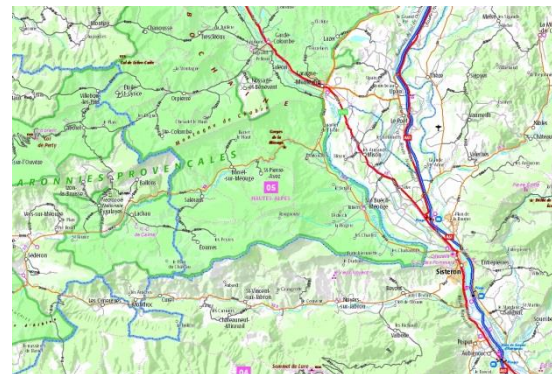
Le plus grand changement était la réflexion au niveau de la représentation des routes. Nous avons modifié la couleur des routes régionales en accentuant la couleur rouge (100 %), ainsi que la couleur des routes

principales en accentuant la couleur orange. Nous avons décidé de différencier les routes départementales revêtues à une voie, des simples routes revêtues à une voie pour accentuer l'importance des routes secondaires, notamment dans les centres villes. Nous avons donc changé la couleur des routes non catégorisées en gris clair, tandis que les départementales sont désormais représentées en gris foncé.

Pour extraire les départementales grises que nous voulions modifier nous avons rencontré quelques difficultés. En effet, la couche de la base de données cartographique contenant toutes les routes en gris (TRONCON_ROUTE) ne contient pas d'informations indiquant si la route est une départementale. Cette information est présente dans une autre couche de la base de données topographique (ME_NOM_ROUTE). Il était impossible de réaliser une jointure entre les tables puisqu'elles n'avaient pas de clés primaires en commun. Nous avons alors extrait les départementales grises de la base (ME_NOM_ROUTE) à l'aide d'une requête. Le problème était que les routes contenues dans cette couche n'étaient pas généralisées contrairement à la couche contenant toutes les routes, si bien que les routes ne se superposaient pas bien, notamment lorsque les routes présentaient une succession d'épingles. Nous avons alors choisi de placer une zone tampon de 100m autour des départementales non généralisées. Toutes les routes grises entièrement comprises dans la zone tampon ont été sélectionnées. Pour définir cette zone tampon, il fallait trouver un équilibre entre le fait que cette méthode intégrait des petites routes adjacentes dans les départementales, et le fait que certaines routes sinueuses (exemple : notamment la route du prieuré de Ganagobie) n'étaient pas intégrées dans les départementales. Cette solution n'est certes pas parfaite mais semble de meilleure qualité que les départementales non généralisées.



(a) Avant les changements



(b) Après les changements, prototype

Figure 17 - Extrait de la carte des Bouches-du-Rhône Vaucluse au 1 : 150.000 (voir annexe)

Conclusion

Au cours de ces trois semaines de projet nous avons pu explorer le monde de la production et de l'utilisation de la cartographie routière, depuis le terrain jusqu'à la carte sur les logiciels utilisés pour la cartographie et les bases de données. Nous avons répondu aux problèmes que nous nous sommes posés.

Pour évaluer la qualité des cartes routières, nous avons comparé différents produits cartographiques de l'IGN, sous forme papier et numérique, à différentes échelles. Nous avons également cherché d'autres produits cartographiques concurrents également sous forme papier et numérique, à différentes échelles. Nous avons pu observer une différence notable entre les différents produits, ce qui nous a amené à analyser leurs avantages et faiblesses en nous rendant sur le terrain pour comparer la réalité et la représentation sur la carte. Ensuite nous avons répertorié les erreurs à l'aide de matrices de confusion. Nous avons également réalisé un comptage automatique de la base de données brute et cartographique pour connaître l'erreur due au processus cartographique et ainsi compléter notre étude sur le terrain et évaluer la qualité des cartes routières.

De plus pour améliorer les cartes IGN, nous avons élaboré un questionnaire afin de connaître les impressions des utilisateurs de cartes papier et/ou numérique. Ce questionnaire a également été simplifié, nous avons sélectionné les questions principales, pour recueillir les impressions d'un plus large panel sur le marché de Forcalquier. Une fois les sondages terminés, nous avons synthétisé les réponses. Cette synthèse nous a permis d'élaborer deux prototypes de cartes IGN à deux échelles différentes et avec deux aspects complètement différents.

Conclusions personnelles

Clarisse DUCATILLION

J'ai choisi ce sujet puisque nous n'avons pas traité le sujet de la cartographie dans nos semaines de stage précédentes, de plus je fais de la course d'orientation et j'apprécie beaucoup la cartographie que ce soit pour mon sport ou pour les randonnées etc. J'ai apprécié le fait d'utiliser de nouveaux logiciels et ce avec des données réellement utilisées pour la cartographie de l'IGN (il ne s'agissait pas de données créées pour un TP). Le fait de partir d'une base déjà existante et de proposer un prototype de carte est très enrichissant. En effet, nous sommes sortis de notre zone de confort en allant poser des questions sur le marché afin de connaître l'avis des utilisateurs de carte et ainsi proposer une cartographie proche de leurs attentes. J'ai également apprécié l'autonomie que nous a laissée notre commanditaire, bien qu'il ait été très présent pour nous aider lorsque nous ne connaissions pas les logiciels ou que ceux-ci nous posaient problème.

Enzo CORVI

Même si, a priori, ce projet n'était pas celui dans lequel je souhaitais le plus m'engager, je suis très heureux d'y avoir contribué. L'ensemble du groupe était extrêmement impliqué et leur palpable passion pour les cartes m'a peu à peu contagió. Nous nous sommes appropriés le sujet raisonnablement rapidement et dès lors, le projet a suivi une ligne limpide définie. Nous avons rapidement réalisé que les phases de terrain pouvaient se faire avec des équipes de deux personnes. Et en raison d'une tendance à la somnolence en voiture, renforcée par la chaleur estivale, je me suis chargé d'analyser les données issues de nos sondages. Bien que n'ayant pas été très prolifique, j'ai beaucoup aimé l'exercice imposé par la partie terrain des sondages qui demandait d'aller au contact de parfaits inconnus, ce qui m'a exigé de sortir de ma zone de confort. Enfin, avec Alfred, nous avons proposé, grâce au logiciel ArcGIS, une amélioration d'une carte départementale. Pour cela, Alfred est allé interroger nos collègues consacrés aux autres projets afin de

recueillir des avis neutres quant aux modifications auxquelles primordialement procéder. Clarisse nous a également aidés dans cette tâche en créant, à partir de QGIS, un estompage merveilleusement séant, d'une toute particulière importance au vu de la redondance des objections à l'estompage d'origine. Ce projet fut donc pour moi une agréable expérience durant laquelle j'ai pu me familiariser avec les logiciels GeoConcept et ArcGIS et qui, par l'éphémère activité de sondeur que j'ai dû assumer, m'a fait gagner en assurance.

Walid HOUFAF

Ce projet s'est avéré très intéressant de par la polyvalence qu'il requérait, et la multiplicité des tâches l'entourant. En effet, plus qu'une simple étude technique des cartes et de leur production, nous avons eu l'occasion de prendre du recul et s'interroger sur ce processus. Ce recul pris, nous avons pu en évaluer la pertinence aujourd'hui dans la vie des utilisateurs, estimer dans quelle mesure les cartes répondent à un besoin. Le sondage réalisé lors du projet a été porteur d'informations parfois étonnantes, et toujours intéressantes sur ce que représentent les cartes pour les gens aujourd'hui, après la grande révolution du numérique dans le secteur cartographique. La partie vérité terrain du projet a de même apporté un éclaircissement sur le processus de production cartographique. En effet, la carte demeure une trace de notre temps, la comparer ainsi à la réalité, en arpentant les routes, permet d'avoir une impression de l'évolution des villes, routes, interrogeant ainsi sur les améliorations potentielles de la carte pour couvrir encore mieux le territoire et évoluer avec lui. Finalement, je pense que le projet réalisé offre une étude relativement exhaustive sur les cartes, leur utilisation, leurs forces et faiblesses, leurs améliorations et évolutions potentielles, dans l'optique de toujours offrir un meilleur service aux utilisateurs.

Alfred MENGIN

Utilisateur régulier des cartes IGN à toutes échelles, ce stage terrain m'a semblé au premier abord sur mesure. Ce stage m'a permis de maîtriser davantage la cartographie sur des aspects plutôt expérimentaux comme des aspects plutôt théoriques. J'ai eu la chance de pouvoir participer à l'intégralité des tâches proposées par le sujet que ce soit pour des aspects statistiques, humains et créatifs. J'ai notamment apprécié le fait de pouvoir toucher aux bases de données cartographique, dans le but de proposer des alternatives aux défauts pointés par les utilisateurs. La partie concernant les sondages était stimulante, dans la mesure où elle nous a permis de prendre des initiatives lorsqu'il fallait demander l'avis des utilisateurs. Ce stage m'a également permis de mieux comprendre les aspects cachés de la cartographie, et les enjeux majeurs qu'elle soulève auxquels nous ne penserions pas. Enfin, ce projet m'a permis d'approfondir ma capacité à travailler en groupe avec des profils variés.

Gaspard COTHAS FAURE

Ce stage m'a énormément intéressé en tant qu'utilisateur régulier de cartes écran et papier, j'ai ainsi pu utiliser mes ressentis personnels dans l'analyse et la critique des différentes cartes. Le projet nous a permis de se déplacer sur le terrain, phase que j'ai apprécié et qui est très importante pour comprendre notre travail. Mais notre projet nous a apporté aussi beaucoup de variété, en effet nous avons aussi travaillé au bureau. La découverte de deux nouveaux logiciels à savoir GeoConcept et ArcMap m'a beaucoup plu, je suis sûr que j'aurais l'occasion de me servir des compétences que j'ai acquise durant ces trois semaines. De plus, nous avons fait preuve d'originalité en allant au marché interroger les utilisateurs de carte. J'espère maintenant que notre projet varié et original qui m'a beaucoup plu servira aux utilisateurs de cartes.

Table des illustrations

Figure 1 - Capture d'écran de carte numérique de la zone de Forcalquier de Google Maps et Waze	6
Figure 2 – Certaines couvertures des cartes papier utilisées au cours du projet	6
Figure 3 - Extrait de carte papier de la zone de Forcalquier (voir en annexe)	6
Figure 4 - Extrait de la carte de France papier	7
Figure 5 - Extrait de la carte Waze présentant le trafic routier.....	8
Figure 6 - Erreur du toponyme de la croix sur la carte IGN à différentes échelles	9
Figure 7 - Recouvrement des zones explorées dans la région	10
Figure 8 - Matrice de confusion totale	11
Figure 9 - Tableau récapitulatif Rappel et Précision.....	11
Figure 10 - Zones de comptage, zone 1 en bleu et zone 2 en rouge.....	12
Figure 11 - Comptage des routes revêtues (en m) dans la base de données cartographique et topographique	13
Figure 12 - Comptage de l'hydrographie permanente (en m) dans la base de données cartographique et topographique	13
Figure 13 - Comptage de l'hydrographie temporaire (en m) dans la base de données cartographique et topographique	13
Figure 14 - Comparaison base de données cartographique (gauche) et topographique (droite) pour les tronçons hydrographiques permanents ou non	13
Figure 15 - Statistique d'usage des cartes (sondage Internet)	15
Figure 16 - Extrait de la carte de la région PACA au 1 : 250.000 (voir annexe).....	16
Figure 17 - Extrait de la carte des Bouches-du-Rhône Vaucluse au 1 : 150.000 (voir annexe).....	17
Figure 18 - Source Géoportail.....	21
Figure 19 - Source ViaMichelin	21
Figure 20 - Source geoservices	22
Figure 21 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour l'emplacement des remparts	25
Figure 22 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la visibilité du Baou des Blancs	25
Figure 23 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la présence du musée	26
Figure 24 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la présence de la source	26
Figure 25 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour le nom des lacs.....	26
Figure 26 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la visibilité de la Table des Marchands.....	26
Figure 27 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la présence des points de vue	27
Figure 28 - Différence entre la carte de l'IGN (gauche) et Michelin (droite) sur la présence d'habitation, Michelin a raison	27
Figure 29 - Comptage des chemins (en m) dans la base de données cartographique et topographique	28
Figure 30 - Comptage des routes non revêtues (en m) dans la base de données cartographique et topographique	28
Figure 31 - Comptage des voies ferrées (en m) dans la base de données cartographique et topographique .	28

Annexes

Capture d'écran de carte numérique de la zone de Forcalquier

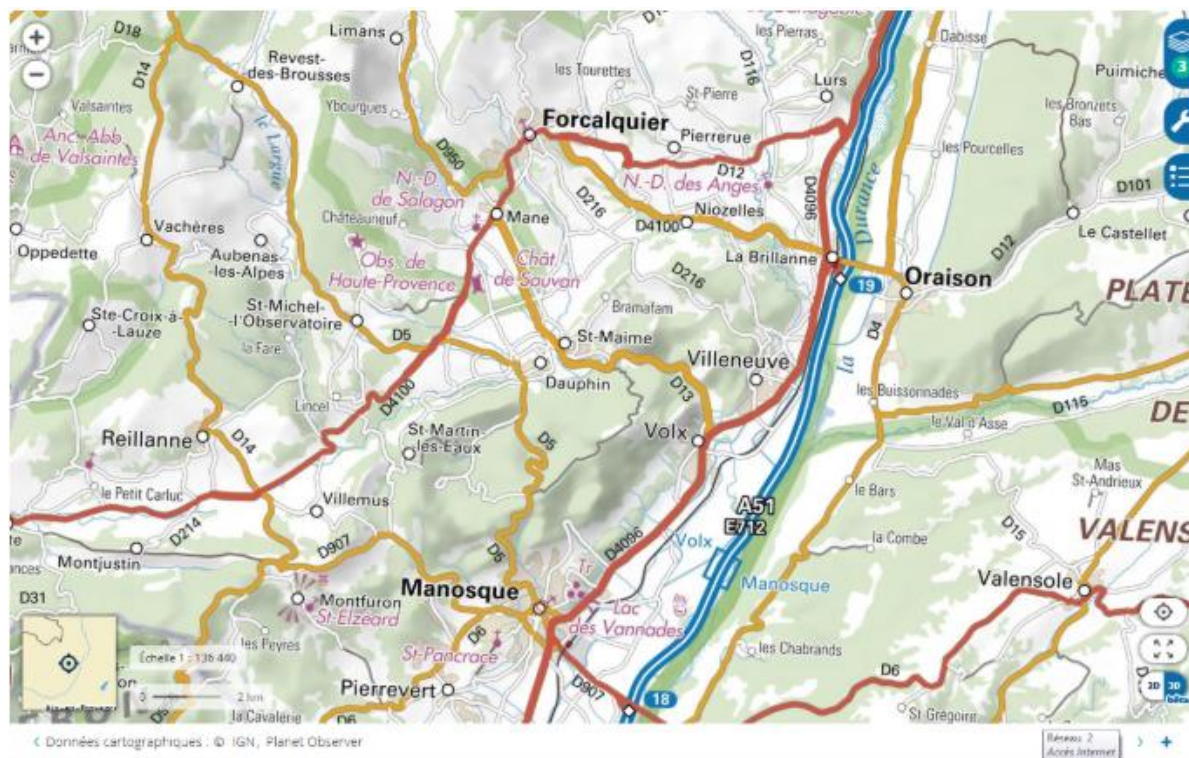


Figure 18 - Source Géoportail

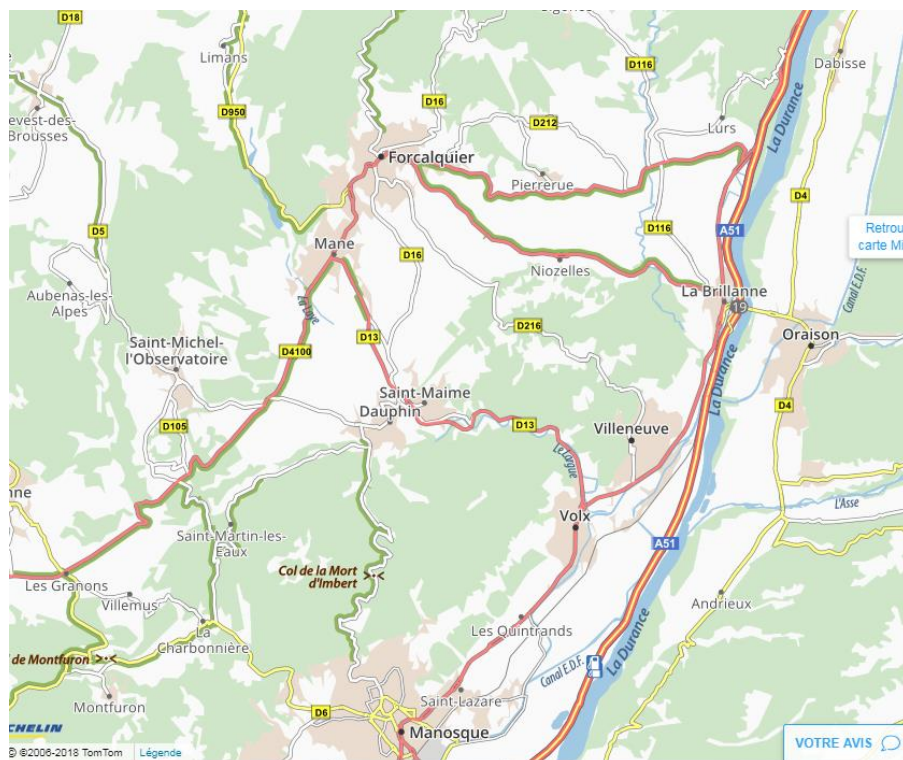


Figure 19 - Source ViaMichelin



Figure 20 - Source geoservices

Tableau comparatif des différentes productions cartographiques de la France Sud-Est

Carte France Sud-Est	IGN	Michelin
Echelle	1 : 320.000	1 : 500.000
Légende	Détaillée, n'utilise pas la spécification légende 320K dans son ensemble Symboles des lieux de visites, ou édifices tous de la même couleur, établit 4 types de route: autoroute payante, gratuite, route liaison principale et régionale, recense les lieux et voies de transport en commun	Typologie des routes plus détaillée, plus de types de routes, itinéraire principal et régional proposés, alerte sécurité sur les routes présentant des risques ou des limitations, quelques informations "superficielles" comme la largeur des routes, en plus des lieux touristiques, la carte recense aussi les lieux de loisir et d'activité sportive
Verso	Carte au 1 : 100.000 des grandes villes de la région	Rien
Fond de carte	Plus schématique, et épuré, un peu d'estompage sur les reliefs	Plus détaillé, estompage plus fin, mais dans l'ensemble relativement similaire à celui de la carte IGN
Représentation axe routier	Plus simple, plus lisible, contraste dans les couleurs aidant à la lecture, exemple: distinction entre autoroutes gratuites et payantes plus lisibles que pour la carte Michelin	En accord avec la carte IGN, mais distinction dans la symbolologie des axes routiers légère, l'ajout des itinéraires recommandés, crée un trop-plein voire une surcharge d'information

Carte des grandes agglomérations jointes	Carte très détaillée des villes, adaptée pour une visite de la ville, pas un simple zoom sur la carte vrai, vrai ajout d'informations pratiques	Carte beaucoup moins détaillée, plus un zoom sur la carte au 1 : 500.000, qu'une nouvelle carte, avec quelques petits ajouts d'information (un peu plus d'axes routiers)
QR Code fourni?	NON	Oui, renvoie à la même carte simplifiée avec juste les axes routiers sur le fond de carte mais en numérique, sur le site ViaMichelin, avec information en continu sur la qualité du trafic, et sélection de l'information (station-essence, restaurants, édifices touristiques)
Autres spécificités	Traduit en 6 langues, adresse et service client pour recueillir d'éventuelles omissions ou erreurs dans les cartes, départ de bateaux et leur destination signalés par des flèches sur la carte	Traduit en français et anglais, couvre une partie de la France plus grande montant jusque Dijon, site internet pour recueillir les avis des utilisateurs
Ressenti général	La carte IGN au 1 : 320.000, semble plus adaptée pour une visite du Sud-Est, elle est plus épurée, plus simple de lecture, la carte au 1 : 100.000 des grandes agglomérations de la ville est un vrai plus, puisqu'annuellement de nombreux touristes visitent ces villes dans l'optique d'en visiter les quartiers et monuments célèbres	Le format 1 : 500.000 ne semble pas être le plus adapté à la différence du 1 : 320.000, la carte Michelin apporte néanmoins plus d'informations valorisables que la carte IGN, parfois même trop créant une surcharge nuisant à la lisibilité. Le QR code renvoyant à une carte numérique donnant l'état du trafic est un complément très intéressant

Tableau comparatif des différentes productions cartographiques à l'échelle 1 : 1.000.000

Éléments de légende	IGN 1 : 1.000.000	Michelin 1 : 1.000.000
Autoroutes	- Autoroutes et voies à caractère autoroutier représentées. - Couleurs plus pastels (bleu foncé/ bleu clair) - Nom des autoroutes plus discret (qui pollue moins la lisibilité de la carte) - Autoroutes gratuites mieux représentées (bleu clair comme les voies à caractère autoroutier) - Numéros des sorties identiques - Barrières de péage claires	- Idem - Couleurs vives (rouge jaune/rouge blanc) - Nom des autoroutes en contraste (bleu sur rouge jaune) - Autoroutes gratuites non représentées explicitement (non distinguable des payantes) - Numéros des sorties identiques - Barrières de péages pas très visibles
Routes	- Deux types de routes représentées par importance : rouge et gris, plus c'est épais plus c'est important. - Plus concis que Michelin. - Moins de routes sont représentées. - Nom des routes discret.	- Classifiées selon la largeur de la route et l'importance relative (couleur). La légende dispose d'un niveau d'importance supplémentaire, c'est un bon point. - Différence pas claire entre les nationales à chaussées séparées et les routes à caractère autoroutier. - Plus de routes sont représentées. - Le nom des routes importantes est bien plus visible que les autres, on voit moins les routes secondaires.

Distances	Système de distance identique. IGN différencie les distances autoroutes payantes, les distances autoroutes libres et les distances routes. Comme il y a moins de routes, les distances sont plus lisibles.	Michelin pallie le défaut des barrières de péage en indiquant de deux manières les sections libres et les sections payantes
Frontières	- Les frontières interrégionales ne sont pas représentées. - Seul le numéro des départements est indiqué.	- Toutes les frontières sont bien représentées. - Les noms des départements sont indiqués.
Villes	- Les trois types de villes sont mentionnés explicitement. - L'étalement urbain reste discret et ne gêne pas la lecture de la carte. - La carte dispose des plans des 9 plus grandes villes de France mais l'échelle n'est pas assez visible (1/250000).	- Les différentes catégories de villes ne sont pas toutes renseignées. (On ne sait pas à quoi correspond SP) - L'encadrement vert des villes pollue la carte si l'utilisateur ne s'intéresse pas au tourisme en premier lieu. - L'étalement urbain prend trop de place et cache certaines routes.
Hydrographie	Les cours d'eau sont visibles car d'une autre couleur que les routes et les indications de distance. Les lacs sont représentés.	Les distances écrites en bleu clair cachent un peu les cours d'eau.
Transports	- Aéroports discrets mais visibles et hiérarchisés. - Liaisons navales minimalistes.	- Idem mais aéroports non hiérarchisés. - Liaisons maritimes détaillées.
Tourisme	Représentation discrète des parcs nationaux, régionaux et marins. Tourisme qui se limite à des sites remarquables.	Différents sites touristiques détaillés. Les parcs naturels régionaux ne sont pas représentés.
Reliefs	Quelques sommets et cols sont représentés. La plupart des sommets/cols ont l'altitude et le nom indiqués. Estompage peu marqué.	Présence d'estompage qui témoigne du relief. Davantage de sommets (pas forcément nommés ou absence des altitudes) et de cols sont représentés.
Informations hors cartes	Limites de vitesse générales indiquées. Règles de conduite indiquées. Index des villes. Tableau des distances (mais pas des durées). 6 langues.	Limites de vitesse un peu moins détaillées. Présence d'une checklist. Tableau des distances et des durées (mais avec moins de ville). Les pays frontaliers sont plus représentés au détriment des plans de ville. 6 langues.

Extraits de carte papier

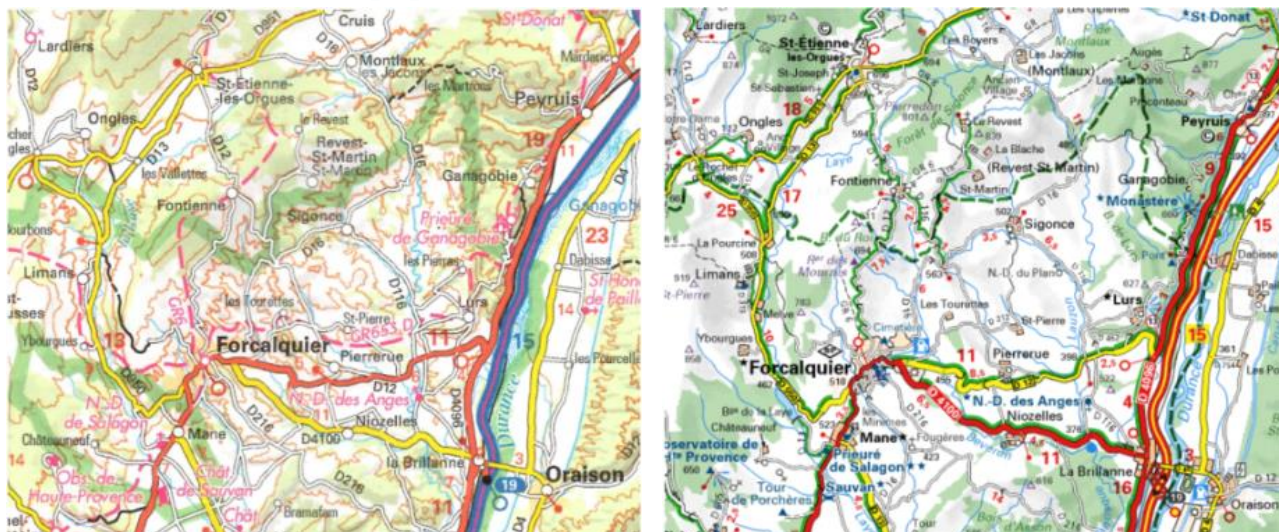


Figure 3 - Extrait de carte papier de la zone de Forcalquier

Incohérences à différentes échelles entre deux cartes de l'IGN

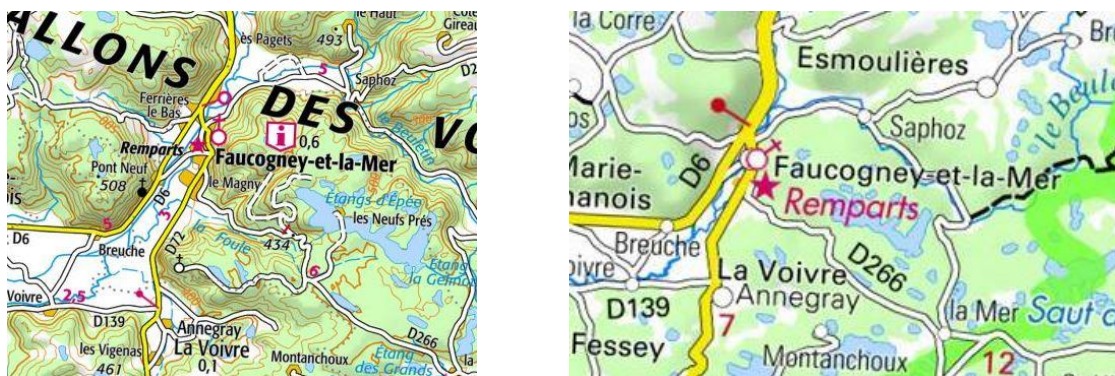


Figure 21 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour l'emplacement des remparts



Figure 22 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la visibilité du Baou des Blancs



Figure 23 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la présence du musée



Figure 24 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la présence de la source



Figure 25 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour le nom des lacs

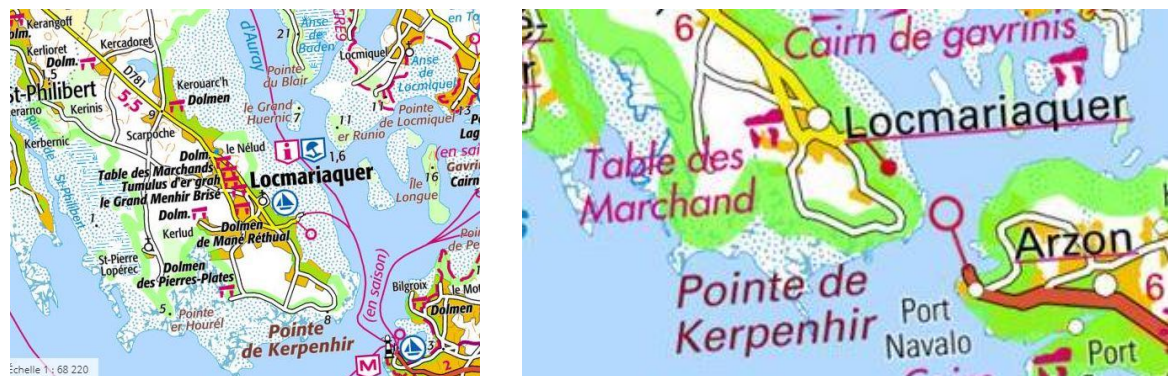


Figure 26 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la visibilité de la Table des Marchands



Figure 27 - Incohérence entre l'échelle 1 : 100.000 (gauche) et 1 : 200.000 (droite) pour la présence des points de vue

Images de la vérité terrain



Figure 28 - Différence entre la carte de l'IGN (gauche) et Michelin (droite) sur la présence d'habitation, Michelin a raison

Matrices de confusion de la zone Nord Forcalquier (Exemple de la carte IGN)

Carte IGN :

Matrice 1 (routes) :

A : Route revêtue

B : Route non revêtue

C : Tronçons non carrossables

(en m)	A	B	C	Rien
A	103 935	559	0	574
B	0	13 198	0	
C	0	0	14 587	
Rien				

Matrice 2 (infrastructures) :

A : Hôpital

B : Hôtel

C : Croix

D : Eglise ou chapelle

E : Usine

F : Ruines

G : Château

H : Barrières

(en m)	A	B	C	D	E	F	G	H	Rien
A	1	0	0	0	0	0	0	0	
B	0	0	0	0	0	0	0	0	
C	0	0	0	0	0	0	0	0	
D	0	0	0	6	0	0	0	0	
E	0	0	0	0	0	0	0	0	
F	0	0	0	0	0	0	0	0	
G	0	0	0	0	0	0	3	0	
H	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rien							1		

Formules de la précision et du rappel en télédétection

$$\text{Précision}(A) = \frac{\text{km de routes correctement attribués à la classe A}}{\text{km de routes attribués à la classe A}}$$

$$\text{Rappel}(A) = \frac{\text{km de routes correctement attribués à la classe A}}{\text{km de routes appartenant à la classe A}}$$

Tableaux de comptage automatique

Chemins	Zone 1	Zone 2
Base de données cartographique	466569	418783
Base de données topographique	465822	418772
Distance entre les deux BDD (%)	-0.160361683	-0.002626728

Figure 29 - Comptage des chemins (en m) dans la base de données cartographique et topographique

Routes non revêtues	Zone 1	Zone 2
Base de données cartographique	1407445	1276343
Base de données topographique	1482036	1341510
Distance entre les deux BDD (%)	5.033008645	4.85773494

Figure 30 - Comptage des routes non revêtues (en m) dans la base de données cartographique et topographique

Voies ferrées	Zone 1	Zone 2
Base de données cartographique	78124	109968
Base de données topographique	81913	112427
Distance entre les deux BDD (%)	4.625639398	2.187197026

Figure 31 - Comptage des voies ferrées (en m) dans la base de données cartographique et topographique

Liens vers les questionnaires

Lien vers le questionnaire en ligne : <https://forms.gle/jB8sVLp2e7UJ9yUa6>

Lien vers le questionnaire du marché : <https://forms.gle/ChPMkUowz9JP8p6B9>

Les questionnaires et les réponses sont aussi disponibles dans l'archive en format PDF.

Questionnaire_en_ligne.pdf

Questionnaire_en_ligne_reponses.pdf

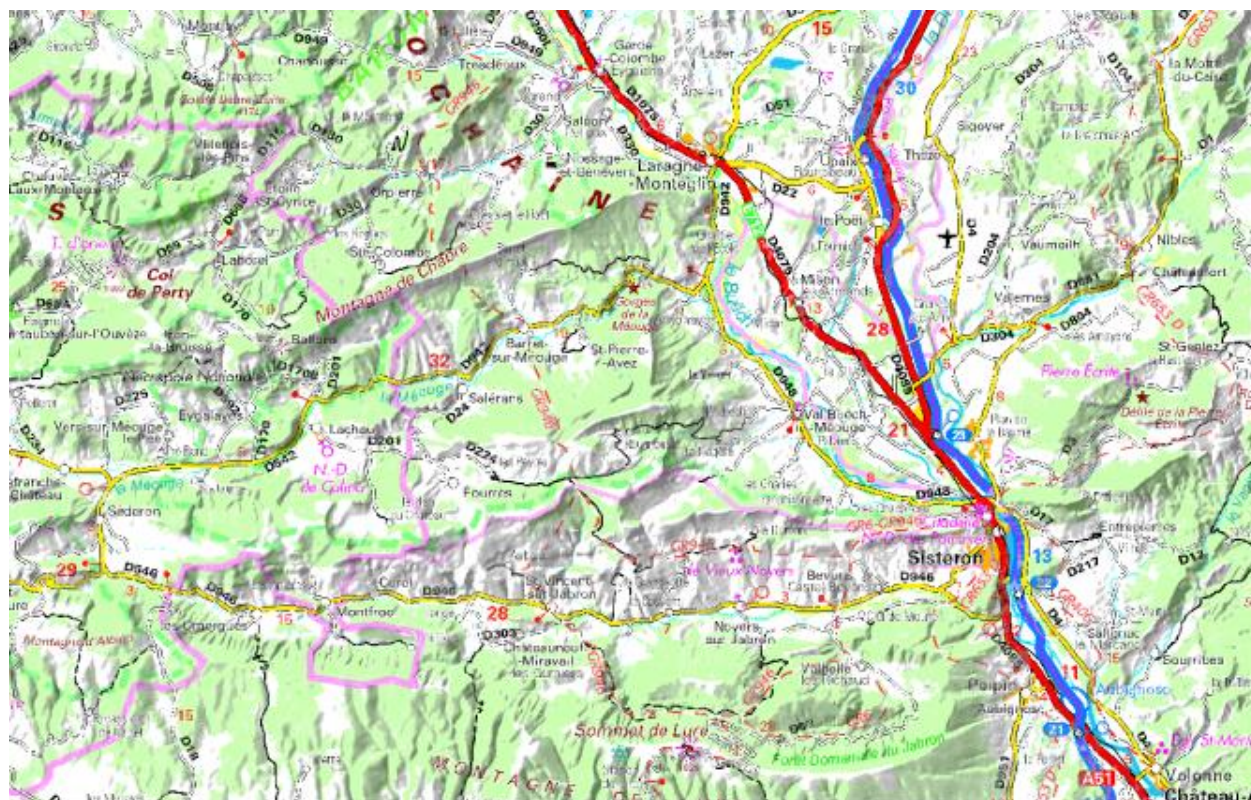
Questionnaire_marche.pdf

Questionnaire_marche_reponses.pdf

Changements réalisés sur la carte PACA à l'aide du logiciel GeoConcept



(a) Avant les changements



(b) Après les changements, prototype

Figure 15 - Extrait de la carte de la région PACA au 1 : 250.000

Changements réalisés sur la carte des Bouches-du-Rhône Vaucluse sur le logiciel ArcMap



(a) Avant les changements



(b) Après les changements, prototype

Figure 16 - Extrait de la carte des Bouches-du-Rhône Vaucluse au 1 : 150.000