

Qu'est-ce que l'APL et pourquoi en avez-vous besoin?

La cartographie, en tant que moyen de communiquer des informations sur les objets du monde réel, existe depuis des milliers d'années. L'efficacité et l'absence d'ambiguïté de cette forme de communication lui ont toujours conféré beaucoup de valeur. Une carte ancienne montrant en quelques traits généraux où se trouvaient des terres fertiles par rapport à un fleuve majeur et aux montagnes avoisinantes était tout à fait adaptée à l'usage que l'on voulait en faire à une certaine époque.

Cependant, dans un monde où les GPS différentiels fournissent une précision centimétrique et où chaque smartphone comprend un récepteur GPS, on s'attend à ce que les cartes de référence et les données associées soient maintenues à un niveau de précision de localisation beaucoup plus élevé pour être en adéquation avec ses objectifs.

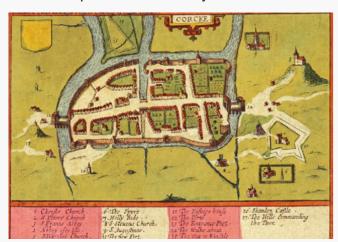




Figure 1 : Ville de Cork en 1617

Figure 2: Ville de Cork aujourd'hui

La précision d'une carte a toujours été fonction, à la fois, des méthodes utilisées pour relever et saisir les données et de la manière dont ces informations sont présentées. Historiquement, tout comme aujourd'hui, lorsqu'une zone était entièrement cartographiée pour la première fois, les meilleures technologies et pratiques de levé disponibles étaient utilisées pour atteindre le plus haut niveau de précision raisonnablement atteignable.

Cependant, lorsqu'une zone était relevée à nouveau, il était courant de n'enregistrer que les changements apparus dans le monde réel dans le contexte de l'information cartographique existante. Il s'agissait souvent d'ajuster la représentation cartographique d'un élément qui avait été collecté avec une position plus précise, de façon qu'il soit bien présenté par rapport aux éléments déjà existants qui à l'origine avaient été collectés avec une position moins précise. Lorsque tout le monde travaillait avec des cartes papier, ce processus était parfaitement acceptable : le contexte à tout moment était, en général, l'étendue de la feuille support de la carte. Par conséquent, la précision relative d'un élément sur la carte a toujours été considérée comme plus importante que sa précision absolue.

Cette situation a changé. L'omniprésence de données GPS de haute précision fixe la référence en matière de précision absolue de la position.



En passant des cartes papier à l'environnement numérique (dans lequel de multiples ensembles de données géospatiales peuvent être visualisés et analysés ensemble), l'approche traditionnelle héritée en matière de maintenance des cartes a abouti à une grande hétérogénéité dans la précision de la localisation absolue entre les différents ensembles de données.

Comme des jeux de données spatiales provenant de diverses sources sont plus fréquemment intégrés, il devient essentiel que la précision de la localisation des données soit pleinement comprise, et améliorée, pour éviter les erreurs d'interprétation. De nombreuses cartes de référence ont été initialement saisies sur papier à différentes échelles. Lorsqu'elles ont été digitalisées pour créer les tout premiers jeux de données numériques, elles ont en fait enregistré un déficit de précision du positionnement.

Il en découle que de nombreuses cartes de référence ont été améliorées à partir de fond de plans. Certaines ont déjà été corrigées, d'autres sont en cours de modification. La conséquence directe de cette situation est que tous les ensembles de données qui ont été saisis en se référant à un fond de plan d'origine doivent maintenant être mis à jour afin de maintenir leur relation spatiale avec le fond de plan amélioré. Les exemples concrets concernent les bases de données géographiques des patrimoines, tels que les réseaux (égouts, câbles électriques, etc.) et les données cadastrales. Lorsqu'un jeu de données géospatiales est dérivé d'un jeu de données de référence (fond de plan) soit en copiant les géométries, soit en digitalisant par le biais de la carte de référence - une relation topologique, telle que des limites partagées ou des points d'extrémité connectés, est créée entre le jeu de données de l'utilisateur et le jeu de données de référence. Si le jeu de données de référence est ensuite mis à jour avec des positions géométriques améliorées, les données de l'utilisateur doivent être resynchronisées avec le plan de référence amélioré pour conserver la relation topologique.

Il s'agit du processus d'Amélioration de la Précision de Localisation (APL) ou Recalage de Données.

Position Absolue ou relative?

Le terme "Position" peut faire référence à une position absolue ou relative. La position absolue peut se rapporter soit à un sommet isolé de la géométrie d'une entité, soit à une géométrie complète se rapportant à un système de référencement particulier ou à un ensemble de données. La position relative peut concerner un sommet unique d'une géométrie ou une géométrie complète par rapport à d'autres géométries d'entités géospatiales situées à proximité.

De même, la "précision de localisation" est considérée du même point de vue, la précision de localisation relative étant définie comme "la différence entre la distance entre deux points définis dans un ensemble de données géospatiales et la distance réelle entre ces points dans le système de référence global". La précision de localisation absolue est définie comme "la distance entre un point défini dans un ensemble de données géospatiales et sa position réelle dans le système de référence global".

En fin de compte, dans un processus d'APL, l'objectif est d'améliorer l'exactitude de la position absolue des géométries dans un ensemble de données sans compromettre l'exactitude relative des sommets de la géométrie des entités (c.-à-d. la forme) ou la relation entre les géométries et les données de référence (c.-à-d. la topologie).

APL ce n'est pas un nouveau relevé

Il faut noter que l'APL n'est pas la même chose qu'un nouveau relevé. L'APL utilise des données géométriques dont on sait qu'elles présentent un certain nombre d'erreurs dans leur positionnement absolu. Le processus transforme ces données de manière à améliorer la précision de leur position absolue, tout en conservant les mêmes identifiants et attributs. La condition la plus importante à prendre en compte est que le processus complet, et les données utilisées pour le piloter, doivent permettre le bon déroulement de la transformation des données de manière fiable et parfaitement comprise, et que cela apporte une valeur ajoutée à l'utilisateur.

Il est également important d'admettre que l'APL n'est pas toujours la meilleure solution. Si les erreurs dans les données sources sont trop aléatoires pour permettre d'identifier et d'éliminer efficacement les valeurs aberrantes, la seule solution viable peut être de saisir un ensemble de données clés, puis d'utiliser des techniques de fusion automatisées pour mettre à niveau les ensembles de données associés.

Cet document présente une solution complète et entièrement automatisée pour l'amélioration de la précision de localisation (APL) qui peut être appliquée à n'importe quel scénario de données client.

Comment fonctionne l'APL?

Processus et concepts

Tous les composants de la solution APL ne seront pas utilisés dans chacun des scénarii, mais en développant une approche globale, il est possible de sélectionner rapidement les éléments qui sont nécessaires et pertinents pour une situation donnée. Une solution APL typique est divisée en trois étapes distinctes, dont certaines comportent des sous-étapes qui peuvent s'appliquer dans des circonstances particulières :

1

Gestion des Vecteurs de Transformation

- > Générer ou acquérir des vecteurs de transformation.
- Post-traiter et nettoyer les vecteurs de transformation.
- Classifier les vecteurs de transformation, y compris le décalage nul et les anomalies.

2

Transformer les Données

- > Aligner les données sources sur le plan de référence d'origine.
- Recaler les données sources en utilisant une approche de triangulation intelligente.
- > Imposer des contraintes sur la forme ou l'emplacement des géométries immuables pendant le décalage.
- > Aligner les données cibles sur la nouvelle référence.

Valider et Analyser les Résultats

- Analyser le changement de géométrie (source vers cible) et noter les exceptions.
- Analyser la connectivité et la relation avec les données de référence et noter les différences significatives.
- Analyser les données cibles avec les nouvelles données de référence et suggérer des opportunités d'amélioration automatisée par fusion.
- > Générer le contour des zones qui provoquent des anomalies.

igure 3 : Diagramme de flux du processus d'AP

Dans ce document, nous explorons ces étapes dans le détail et montrons comment elles s'articulent pour offrir une solution complète. Il existe de nombreuses solutions techniques pour l'APL et elles partagent généralement certains concepts clés :

- Les vecteurs de recalage sont saisis ou générés. Ils décrivent la différence de position entre des points identiques dans les données de référence initiales et celles qui ont été améliorées.
- Des processus automatisés (ou semiautomatisés) sont utilisés pour appliquer l'effet des vecteurs de recalage aux ensembles de données.
- Les jeux de données transformés sont validés pour confirmer le succès du processus et pour identifier toute anomalie nécessitant une attention particulière.

Quand recaler les données

Tout projet de recalage de données spécifique n'est effectué qu'une seule fois et doit être mis en œuvre de manière à minimiser les temps d'immobilisation de la base de données opérationnelle et les perturbations de fonctionnement de l'organisation.

Il n'y a jamais de "bon moment" pour entreprendre un projet d'APL. Le défi pour un détenteur de données est une mise en œuvre qui minimisera les risques, les perturbations et les coûts - en s'assurant que l'amélioration qui en résulte compensera largement ces derniers.

Processus APL

L'organigramme de la figure 3 montre les processus clés et les artefacts de haut niveau impliqués dans tout processus d'APL. Il donne un aperçu de la manière dont les éléments de la solution sont liés les uns aux autres. Dans les sections suivantes, nous explorons les concepts clés en détail, en mettant l'accent sur la manière dont les données circulent dans le processus et sur la façon de les gérer pour obtenir les meilleurs résultats.

Gestion des Vecteurs de Recalage

Les Vecteurs de Recalage (ou de Liaison) sont les outils principaux.
Une collection de vecteurs de recalage répartis sur la zone d'intérêt d'un jeu de données est parfois appelée Champ de Vecteurs de Recalage. Par définition, les Vecteurs de Recalage doivent fournir une correspondance entre un point identifié dans la référence originale et le même point dans la référence améliorée.

Sélection des Vecteurs de Recalage
Il existe un certain nombre de caractéristiques de bons Vecteurs de Recalage à prendre en compte pour évaluer leur adéquation à un processus d'APL. Les Vecteurs de Recalage peuvent être fournis par un tiers ou ils peuvent être numérisés ou dérivés automatiquement des données de référence.

Quelle que soit la source, il est important de s'assurer que les Vecteurs de Recalage sont adaptés à l'objectif poursuivi avant de les utiliser pour les données relatives aux éléments géographiques. Les notes suivantes portant sur la sélection des Vecteurs de Recalage fournissent des indications sur un certain nombre de points essentiels à prendre en compte pour déterminer si un ensemble de Vecteurs de Recalage peut être utilisé et le filtrage à effectuer pour éliminer les anomalies qui pourraient fausser le processus.

Lorsque la qualité des Vecteurs de Recalage fournis est telle qu'elle ne peut pas être affinée pour résoudre ces problèmes, il peut être nécessaire d'envisager une nouvelle enquête de terrain ou une fusion pour transformer les données géographiques.

Les Vecteurs de Recalage utiles varient généralement en densité dans une zone d'intérêt, mais on s'attend à ce qu'ils varient progressivement, voire pas du tout, en termes de magnitude et de direction sur toute leur étendue. Ils représentent des éléments de correction d'une erreur systématique et ne devraient pas présenter un comportement aléatoire significatif.

Lorsque des variations aléatoires sont constatées au sein du champ de Vecteurs de Recalage, la source de la variation doit être identifiée afin que les vecteurs de recalage indésirables puissent être retirés du processus. Les Vecteurs de Recalage situés aux points de rencontre des entités sont les plus fiables



Figure 4: Vecteurs de Reclage performants

représentent le même point sur le terrain dans les données d'origine et les données améliorées doivent être joints par un Vecteur de Recalage.

Une erreur courante consiste à relier correctement les coins avant d'un bâtiment dans les deux versions de la carte de référence, mais de relier ensuite le l'angle arrière d'origine du bâtiment à l'angle d'une extension qui a été ajoutée dans la carte plus récente améliorée.

Sur la **Figure 5**, les Vecteurs de Recalage verts sont corrects, tandis que ceux en rouge sont liés à des changements réels et ne doivent pas être utilisés. Tous les Vecteurs de Recalage associés à un

changement dans le monde réel doivent être supprimés car ils ne sont pas liés à l'erreur récurrente sous-jacente qui est corrigée et ils corrompent le processus de transformation.

Les Vecteurs de Recalage définis en se référant à des points difficiles à identifier sur des éléments du terrain doivent être évités. L'angle d'un bâtiment ou d'une clôture qui est non ambigu et inchangé à la fois dans les données de référence d'origine et les nouvelles données est idéal pour définir un Vecteur de Recalage.

car leur emplacement est le moins ambigu. Viennent ensuite ceux qui sont situés à des points facilement identifiables, comme les angles de clôtures ou de bâtiments.

Sur la **Figure 4**, les Vecteurs de Recalage représentés en vert avec les données source se positionnent bien avec seulement une variation modérée dans la zone d'intérêt. De plus, tous les points proviennent soit de nœuds topologiques ou de points d'angle de la géométrie.

Les Vecteurs de Recalage ne doivent pas être associés à des changements dans le monde réel. Seuls les points qui

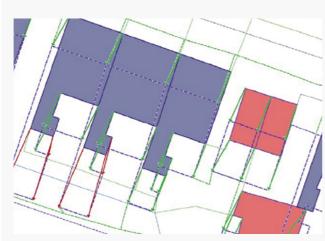


Figure 5 : Vecteurs de Recalage représentant les changements à exclure

Un point qui se trouve à mi-chemin d'une haie ou d'un verger incurvé ne constitue pas un bon critère car la source et la destination ne sont pas bien définies. Dans le meilleur des cas, lorsque des vecteurs recalage sont saisis le long de ce type d'éléments, ils ne font que reproduire ce qui a été enregistré à partir de meilleurs points de contrôle situés à proximité et n'ajoutent donc aucune information utile au champ de vecteurs recalage. Cependant, dans les cas où ils sont saisis au hasard (comme le montre la Figure 6), ils peuvent introduire une dégradation significative et localisée dans le champ de vecteurs recalage.

La **Figure 6** montre en vert les Vecteurs de Recalage appropriés, basés sur des points caractéristiques identifiables, et en rouge les Vecteurs de Recalage qui ne sont pas appropriés parce qu'ils sont basés sur des points aléatoires le long d'une berge.

Les Recalages Nuls sont des vecteurs de recalage de longueur nulle (comme le montre la figure 7), car le début et la fin sont au même endroit. Il est possible qu'une erreur récurrente soit nulle si elle se produit entre des zones de recalages opposés, mais un Recalage Nul est différent. Ils sont généralement le résultat de mises à jour effectuées sur la carte



Figure 7 : Vecteurs de Recalage Nuls (points verts)

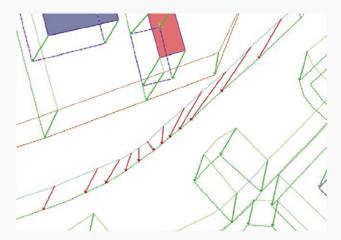


Figure 6 : Vecteurs de Recalage mal définis

de référence d'origine appliquées avec les informations de position absolue correctes, alors que la précision de la position relative n'était pas un problème. Un exemple de ce type de décalage est l'ajout d'un nouveau lotissement dans une zone qui ne disposait auparavant d'aucune autre infrastructure. L'utilisation correcte des Recalages Nuls dans l'APL est essentielle pour "verrouiller" les positions qui sont déjà correctes et éviter ainsi le risque de dégrader la précision de la position absolue des géométries dans la zone concernée.

Que les Vecteurs de Recalage soient saisis manuellement ou générés à l'aide d'un processus automatisé, ils doivent refléter les conseils donnés dans ce document s'ils

veulent réussir à transformer les jeux de données des utilisateurs de la carte de référence d'origine vers la nouvelle carte de référence.

Dans de nombreux cas où les Vecteurs de Recalage sont fournis par des tiers, ils auront été saisis ou générés d'une manière qui n'est pas conforme à ces conseils et nécessiteront un post-traitement pour classer chaque vecteur en fonction de son origine et pour identifier les vecteurs de recalage nuls et les anomalies dans les données.

10 _______ 11

Filtrage des Vecteurs de Recalage

Que les Vecteurs de Recalage soient numérisés individuellement à l'aide d'un processus de saisie manuelle des données ou qu'ils soient générés automatiquement en comparant les données de la carte de référence d'origine et de la nouvelle carte, ils doivent être traités afin de s'assurer que les Vecteurs de Recalage non topographiques et les valeurs aberrantes sont exclus. La **Figure 8** montre un exemple de données de référence initiales ainsi que les Vecteurs de Recalage capturés manuellement dans une zone d'intérêt.

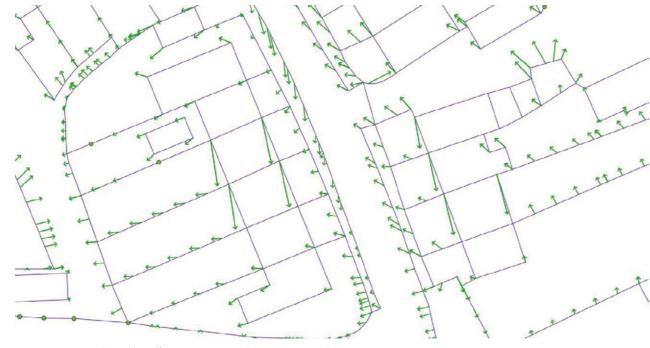


Figure 8 : Vecteurs de Recalage d'origine

Les Vecteurs de Recalage non topographiques sont ceux qui n'auraient pas dû être capturés en premier lieu car ils n'ont aucune relation avec les objets du monde réel.

Les lignes médianes des routes et des cours d'eau constituent la principale source de vecteurs de décalage non valides. Celles-ci ne sont pas des artefacts du monde réel et ne sont pas des points qui peuvent être identifiés sans ambiguïté dans les données des fonds de plans de référence d'origine et nouveaux. Ils ne devraient pas être utilisés dans un quelconque processus.

Les **Anomalies** correspondent à des Vecteurs de Recalage qui se comportent de façon irrégulière et non conforme. Celles-ci sont dues à plusieurs phénomènes :

- Capture des Vecteurs de Recalage qui représentent une combinaison d'erreurs systématiques et de changement dans le monde réel (par exemple, une nouvelle extension sur un bâtiment qui n'existait pas sur la carte de référence d'origine).
- > Capture des Vecteurs de Recalage situés à des endroits qui ne sont pas des points identifiables dans le monde réel (par exemple, des points aléatoires le long d'une haie ou d'un verger).
- > Capture d'erreurs aléatoires et d'erreurs récurrentes dans les Vecteurs de Recalage.

Lorsque les fonds de plan de référence sont disponibles, les Vecteurs de Recalage doivent être analysés afin de déterminer l'origine de chacun d'entre eux dans ces référentiels de données et de les classer en conséquence. Ceux qui ne proviennent pas d'un élément du monde réel doivent être marqués comme étant Non-topographiques. Ceux qui proviennent d'une entité du monde réel doivent être automatiquement classés selon que l'origine se trouve sur un nœud topologique, un point d'angle facilement identifiable ou un point potentiellement ambigu dans les données de référence.

La **Figure 9** montre les Vecteurs de Recalage classés pour une zone d'exemple. Si le nombre de Vecteurs de Recalage identifiés comme provenant de points topologiques ou d'angle est suffisant, les Vecteurs de Recalage provenant de points sources potentiellement ambigus dans le fond de plan de référence initial peuvent être exclus du processus.

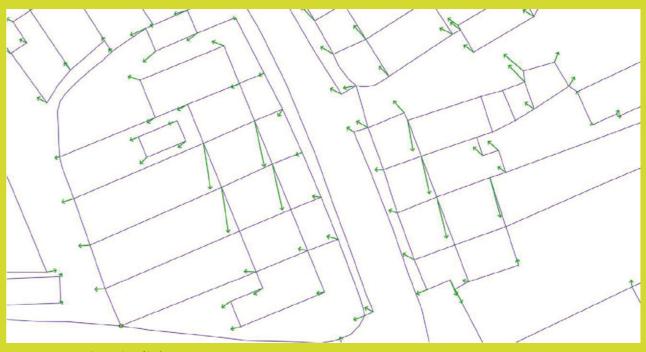


Figure 9 : Vecteurs de Recalage filtrés en fonction de leur origine

L'inclusion de valeurs anormales est une source potentiellement importante de distorsion dans un processus d'APL. Celles-ci doivent être identifiées et exclues du processus de correction automatique d'erreurs. Cependant, ces valeurs doivent être conservées en dehors du processus afin qu'elles puissent être utilisées pour identifier les zones où un changement réel a pu se produire. Cela permettra une révision ordonnée et la mise à jour manuelle, si nécessaire, de la géométrie qui aura été corrigée dans ces zones.

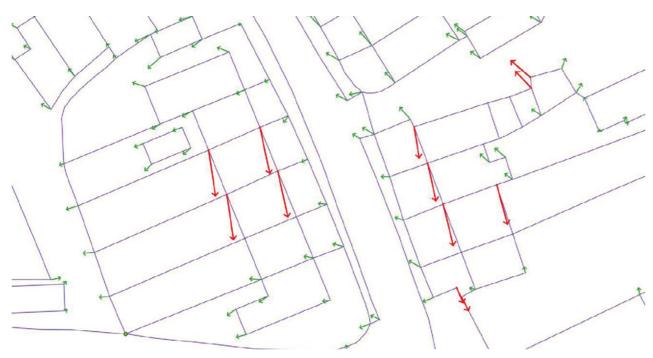


Figure 10 : Vecteurs de Recalage avec anomalies isolées

Les Anomalies (ou valeurs aberrantes) sont identifiées en calculant la différence vectorielle entre les Vecteurs de Recalage individuels et le profil moyen des Vecteurs de Recalage dans une zone concernée. Les vecteurs sont filtrés pour identifier tous ceux dont la différence d'amplitude est supérieure à une valeur spécifiée. Le choix du seuil du filtre sera toujours fonction de la densité des Vecteurs de Recalage et du taux de changement dans la zone. Les Vecteurs de Recalage représentés en rouge sur la figure 10 ont été automatiquement identifiés comme des Anomalies dans notre exemple.

Dérivation des Vecteurs de Recalage

Dans les situations où les vecteurs de recalage n'ont pas été fournis, mais où les jeux de données vectorielles de la carte de référence initiale et de la nouvelle carte sont tous deux disponibles, il est possible de dériver automatiquement les vecteurs de recalage à partir des données de référence. Un processus efficace est basé sur l'analyse des ensembles de données de référence pour identifier les versions "avant" et "après" des entités qui appartiennent à des classes d'entités spécifiques dont les emplacements dans le monde réel sont facilement identifiables. Les étapes clés du processus sont les suivantes :

- Créer un champ de Vecteur de Recalage préliminaire et clairsemé sur la zone d'intérêt en utilisant des points identifiables. Cela peut être fait en utilisant des données actualisées du relevé de terrain qui enregistrent la position réelle des points clés. L'identification des zones où un déplacement nul s'applique est importante à cette étape.
- Utiliser ces Vecteurs de Recalage préliminaires pour déplacer des polygones complets (ou des surfaces topologiques) à partir des classes d'entités appropriées dans les données de référence initiales, afin qu'ils puissent être appariés avec des entités correspondantes dans les nouvelles données de référence en utilisant des processus de correspondance géométrique approximative.
- Analyser les versions appariées de la géométrie pour enregistrer les véritables Vecteurs de Recalage pour les sommets identifiables de ces polygones, en veillant à ce que le processus traite les légères différences de forme mais ignore les différences significatives dues aux changements dans le monde réel.
- Classifier les Vecteurs de Recalage dérivés en fonction de la nature du point source dans les données de référence originales.

Mis en œuvre correctement, ce processus ne génère que des Vecteurs de Recalage valides qui représentent une correction systématique des erreurs et ne doit pas inclure de Vecteurs de Recalage non topographiques ou non conformes.

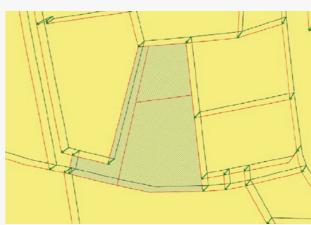


Figure 11 : Vecteurs de Recalage dérivés

La Figure 11 illustre des données de référence d'origine (tracées en noir) superposées à de nouvelles données de référence (tracées en rouge) mettant en évidence les nouvelles subdivisions. Le processus automatisé de dérivation des vecteurs de recalage a correctement identifié la relation entre les points clés des données d'origine et les nouvelles données, tout en ignorant les changements du monde réel enregistrés dans les nouvelles données, ainsi que les emplacements potentiellement ambigus le long de certains objets.

Transformation des jeux de données

Une fois qu'un ensemble complet de Vecteurs de Recalage a été répertorié et que toutes les Anomalies ont été isolées, ils peuvent être utilisés pour transformer les jeux de données à migrer depuis la carte de référence initiale vers la nouvelle carte de référence.

Cette partie du processus peut également inclure des étapes qui amélioreront l'alignement de l'ensemble des données sur les données de référence, de sorte que les données transformées ne soient pas simplement décalées mais alignées plus précisément sur les données de référence.

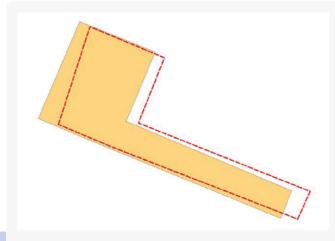


Figure 12 : Transformation provisoire d'un objet immuable

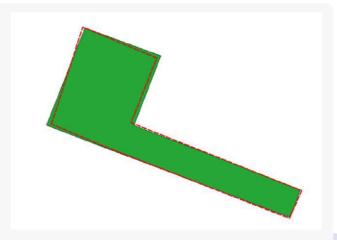


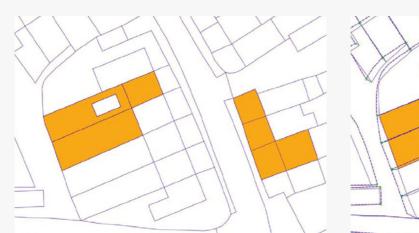
Figure 13: Transformation finale d'un objet immuable

Les étapes clés du processus sont les suivantes :

- > Alignement optionnel sur le fond de plan d'origine de l'ensemble de données à transformer, si ce dernier est disponible. Si la tolérance d'accrochage choisie est suffisamment faible, la modification de la géométrie de l'ensemble de données sera la suivante : (a) une amélioration de la position de la géométrie des sommets de manière à aligner les arêtes avec les caractéristiques des données de référence par rapport auxquelles elles auraient été initialement digitalisées, et (b) l'introduction de nouveaux sommets sur la géométrie de l'ensemble de données là où ces derniers auraient été oubliés pendant la digitalisation initiale. Le but de cette étape est d'améliorer la version des données source pour permettre une transformation plus précise.
- Déplacement de l'ensemble de données pour éliminer les erreurs récurrentes en utilisant des Vecteurs de Recalage. Au cours de cette étape, un réseau irrégulier triangulé est créé pour les axes X et Y des Vecteurs de Recalage. L'utilisation de la triangulation signifie que le décalage à appliquer à la géométrie d'un sommet est interpolé linéairement à partir des Vecteurs de Recalage situés à proximité. Cela garantit que l'ajustement des sommets partagés sur des entités adjacentes est identique et que les relations topologiques sont entièrement préservées dans l'ensemble du jeu de données. La gestion des formes immuables telles que les bâtiments constitue une des contraintes essentielles de la transformation d'un jeu de données à l'aide de la triangulation. Il s'agit de cas particuliers dans lesquels, par exemple, les données sources auraient présenté de nombreux angles droits fixes qui nécessitent d'être préservés après la transformation.
- L'alignement facultatif de l'ensemble de données recalées sur les nouvelles données de référence, si cela est possible. Si chaque sommet dans les données de référence source a son pendant dans les nouvelles données de référence, et si un vecteur de recalage valide était disponible pour chacun de ces sommets, alors le jeu de données transformé aura le même niveau d'alignement avec le nouveau fond de plan de référence que le jeu de données source avait par rapport à l'ancien. En réalité, il est peu probable que ce soit le cas et de très petites différences entre les emplacements des sommets sur le jeu de données transformé et la nouvelle géométrie de référence adjacente existeront là où les vecteurs de recalage ne furent pas spécifiés. Pour cette raison, un post-traitement optionnel peut être appliqué au jeu de données transformé pour l'accrocher au nouveau fond de plan de référence en utilisant une petite tolérance.

Comme décrit précédemment, l'identification et l'isolation des anomalies dans les Vecteurs de Recalage fournis ou numérisés sont cruciales si l'on veut obtenir un résultat de transformation acceptable. Ceci peut être démontré en regardant comment les caractéristiques géographiques sont transformées en utilisant nos échantillons de Vecteurs de Recalage prédéfinis.

16 _______ 17



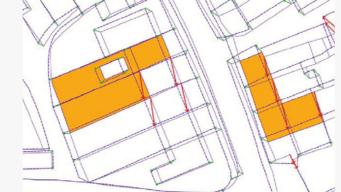
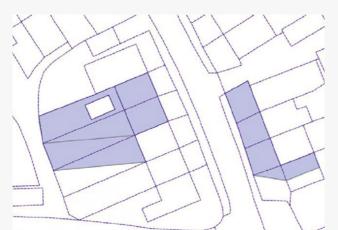


Figure 14 : Données sources avec carte de référence d'origine

Figure 15 : Nouvelle carte de référence avec tous les Vecteurs de Recalage

La **Figure 14** montre les données des entités à transformer alignées avec la carte de référence d'origine. La **Figure 15** montre ces données superposées à la nouvelle carte de référence et tous les Vecteurs de Recalage qui ont été numérisés. Ceux-ci ont ensuite été filtrés pour identifier les valeurs parasites (en rouge) qui sont le résultat d'erreurs dans la digitalisation manuelle des Vecteurs de Recalage.



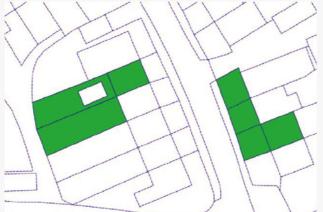


Figure 16 : Résultats utilisant des Vecteurs de Recalage filtrés avec les Anomalies

Figure 17: Résultat avec Snapping et exclusion des valeurs erronées

La **Figure 16** montre comment les données à transformer seraient corrompues par l'utilisation de tous les vecteurs de recalage fournis. La **Figure 17** montre comment le résultat est considérablement amélioré lorsque les Anomalies sont exclues et lorsque l'alignement des résultats sur les nouvelles données de référence est intégré au processus.

Valider et faire un rapport sur les résultats obtenus

Les propriétaires des données doivent avoir confiance dans le processus de transformation et être certains que celui-ci a correctement transformé les données pour supprimer les erreurs récurrentes.

Ils doivent également être alertés de l'existence de toutes erreurs dans les données afin de pouvoir traiter ces questions de manière efficace et contrôlée. Savoir qu'un processus a automatiquement transformé entièrement 99 % de vos données n'a qu'une valeur limitée s'il ne peut pas également identifier les 1 % à valider et à corriger.

La dernière étape du processus automatisé est la validation et la communication des résultats. Cette étape produit des documents qui sont particulièrement utiles au propriétaire des données pour vérifier et éventuellement rectifier les données transformées dans les secteurs où des anomalies ont été détectées. L'objectif de cette étape est de conférer une confiance totale dans le processus automatisé et de fournir des conseils précis pour faciliter un contrôle et une correction efficaces, le cas échéant.

Une fois la transformation terminée, le jeu de données aura été modifié à l'aide de Vecteurs de Recalage qui reflètent l'erreur systématique sous-jacente à supprimer. La géométrie de l'ensemble des données peut également avoir été ajustée par rapport aux nouvelles données de référence.

Cependant, il y aura probablement un certain nombre d'anomalies dans les données transformées qui nécessiteront un examen et une révision éventuelle par le propriétaire des données. Il ne s'agit pas de situations dans lesquelles la transformation a produit un résultat incorrect, mais de situations dans lesquelles les Vecteurs de Recalage fournis ou bien les nouvelles données de référence comprenaient des changements dans le monde réel qui auraient déformé l'ensemble des données pendant la transformation s'ils n'avaient pas été isolés pendant le processus de traitement des Vecteurs de Recalage.

Le processus de transformation est complété par l'analyse des données et par la génération de rapports de validation et des jeux de données identifiant les anomalies, classées par ordre d'importance, qui peuvent ensuite être utilisés pour traiter ce qui ne devrait être qu'un petit nombre d'éléments nécessitant une intervention humaine.

Les rapports comprennent les éléments suivants.



Taille des géométries

Les géométries des polygones dans le jeu de données initial sont comparées à leurs versions transformées et tous les cas pour lesquels la superficie a changé de plus d'un pourcentage déterminé sont répertoriés dans un rapport tabulaire et repris dans un jeu de données spatiales pour faciliter la révision.



Modifications des angles

Au sein d'une géométrie, les changements dans les angles internes excédant une certaine taille peuvent être importants, notamment pour les bâtiments. En général, les tolérances varient en fonction du type de données : la tolérance pour le maintien des angles d'un bâtiment sera plus stricte que celle d'une rivière qui aura des tolérances plus larges.



Modifications de la connectivité

La connectivité entre une entité et son environnement, et entre une entité et ses données de référence sous-jacentes, est également importante. Établir que toutes les conduites sont toujours connectées au même endroit qu'auparavant, ou qu'une parcelle chevauche le même ensemble de polygones topographiques - et dans les mêmes proportions - ajoute une plus grande confiance dans le résultat et prouve que la nature et la qualité des données résultantes n'ont pas été affectées négativement par le déplacement. Ce rapport permet aux utilisateurs d'inspecter toutes les entités qui ont échoué ce test.



Rapport d'anomalies

Chaque Vecteur de Recalage non conforme qui a été identifié et exclu du processus de transformation est potentiellement un marqueur d'une localisation où des changements réels ont été enregistrés dans les nouvelles données de référence. Cette information est particulièrement précieuse pour le propriétaire des données car elle peut être utilisée pour identifier les géométries transformées qui nécessitent un contrôle et une correction éventuelle. Elle peut également désigner la zone spécifique où cette révision est susceptible d'être nécessaire.

En général, on crée un buffer autour des Vecteurs de Recalage aberrants et les polygones qui en résultent sont fusionnés avec tous les autres polygones présentant des anomalies qu'ils intersectent. Ces géométries dérivées fournissent un ensemble de marqueurs qui mettent en évidence des zones potentielles d'intérêt pour une révision manuelle des changements par rapport à la réalité. Cela peut ensuite être utilisé pour se localiser rapidement sur des zones d'intérêt pour examen et correction des anomalies.

La **Figure 18** montre les nouvelles données de référence ainsi que les données transformées où l'effet des anomalies a été éliminé et superposé par des marqueurs de ces anomalies. Dans ce cas, les anomalies ont été identifiées comme étant le résultat d'une erreur dans la digitalisation du Vecteur de Recalage et aucune autre modification n'est nécessaire sur les données transformées. La **Figure 19** est un exemple d'une zone qui n'est pas affectée par les valeurs aberrantes et où le processus de recalage est terminé.



Figure 18 : Rapport d'Anomalies montrant l'impact d'une erreur dans la digitalisation du Vecteur de Recalage



Figure 19 : Données transformées sans Anomalie

20 — 21

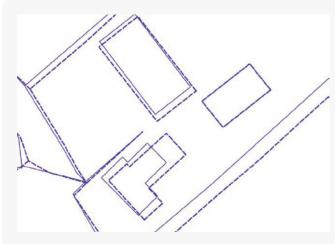


Figure 20 : Vecteurs de Recalage, recalage nul et changement dans le monde réel

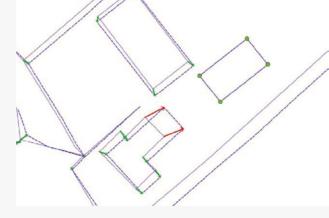


Figure 21 : Vecteurs de recalage traités

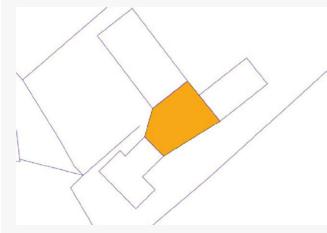


Figure 22 : Données sources à transformer

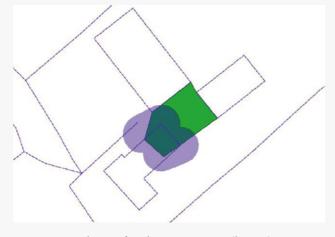


Figure 23 : Données transformées avec marqueur d'Anomalie reflétant les changements dans le monde réel

Cet exemple montre comment un changement dans le monde réel est identifié et signalé. La **Figure 20** montre les données de référence initiales (ligne pleine) et nouvelles (ligne en pointillés), y compris les changements dus aux éléments suivants :

- > Suppression des erreurs récurrentes
- Recalage Nul lorsqu'un bâtiment a été ajouté aux données de référence initiales et que sa position est correcte
- > Changement dans le monde réel là où un bâtiment a été agrandi depuis la saisie des données initiales et avant la saisie des nouvelles données.

Dans la **Figure 21**, nous pouvons voir comment les Vecteurs de Recalage ont été classés et filtrés, les Vecteurs de Recalage normaux étant représentés par des flèches vertes, les Vecteurs de Recalage nuls par des points verts, et les Valeurs Excentrées détectées par des flèches rouges. La **Figure 22** montre les données de référence initiales et certaines données utilisateur représentant éventuellement une zone pavée entre les bâtiments. Dans la **Figure 23**, les données transformées sont superposées aux Nouvelles données de référence avec un marqueur des Anomalies généré automatiquement. Le marqueur indique la zone où un changement dans le monde réel a été détecté et où une intervention manuelle est nécessaire pour étudier comment les données utilisateur sont affectées par le changement dans le monde réel et pour apporter les modifications nécessaires aux données utilisateur transformées.

Conclusion

L'APL peut être un outil extrêmement puissant et efficace pour transformer des données qui ont été capturées à l'origine sur une carte de référence périmée et qui doivent maintenant être mises à jour pour s'aligner correctement sur une nouvelle carte de référence.

Cependant, de nombreuses tentatives d'utilisation de cette approche se soldent par un échec en raison de la combinaison de l'utilisation de données erronées, de l'absence d'un processus intelligent et automatisé et d'une compréhension insuffisante des résultats.

L'approche décrite ici aborde chacun de ces aspects afin de fournir une solution fiable qui peut être mise en œuvre avec succès dans un très large éventail de circonstances.

Les éléments clés de cette approche sont :

- Prétraitement des Vecteurs de Recalage capturés ou générés pour s'assurer qu'ils sont appropriés et pour identifier les Anomalies qui peuvent être le résultat d'erreurs de numérisation ou de changements capturés dans le monde réel.
- Utilisation de modèles de triangulation pour appliquer une transformation interpolée des objets, sommet par sommet, dans l'ensemble du secteur et utilisation de règles spécifiques pour préserver la forme des objets immuables.
- Analyse des résultats et génération de rapports tabulaires et géométriques permettant aux utilisateurs d'examiner les données transformées et de résoudre toute anomalie détectée de manière ordonnée et contrôlée.

Si elle est effectuée correctement, et en maximisant l'utilisation de l'automatisation, la mise en œuvre d'une Amélioration de la Position de Localisation sur les données opérationnelles ne nécessite pas de temps d'arrêt ou de perturbation de la production. Les opérations normales peuvent se poursuivre pendant qu'un instantané des données est prétraité et que les résultats sont analysés. Ce cycle peut ensuite être répété aussi souvent que nécessaire jusqu'à ce que le propriétaire des données soit satisfait et que les processus automatisés aient été entièrement réglés pour produire le résultat souhaité. Il suffit alors de réexécuter le processus avec la dernière version des données et de remettre les données améliorées en production avec un impact minimal sur les opérations.

Lorsqu'il est appliqué correctement, un processus d'APL automatisé peut apporter une réelle amélioration des données de manière rentable et efficace, avec une perturbation minimale des opérations.

Contactez nous pour en savoir plus : <u>info-fr@1spatial.com</u> <u>www.1spatial.com</u>

