

# **Reconstruction du Plan Cadastral des Pays-Bas: le Concept Global**

**Eric HAGEMANS, Ruben BUSINK, Jeroen GRIFT, Frank SCHOUTEN, Rinske HOFMAN  
Pays-Bas**

**Mots clés:** plan cadastral, communication, qualité géométrique, intelligence artificielle

## **RÉSUMÉ**

Le Cadastre néerlandais assure une sûreté juridique sur chaque parcelle de terrain aux Pays-Bas, les parcelles cadastrales, enregistrées dans des croquis de terrain et traitées à l'échelle dans le plan cadastral. En raison de la méthode de travail (historique) et de l'échelle de production, le plan cadastral actuel est de nature graphique. En raison de cette nature graphique (limites d'écart standard 20/40 cm, urbain/rural), le plan, dans sa forme actuelle, n'est pas adaptée pour déterminer son emplacement sur le terrain. La numérisation croissante et la politique d'ouverture des données rendent la combinaison de plusieurs sources d'informations (y compris les images et les cartes numériques) de plus en plus accessible à un large éventail d'utilisateurs. Cette situation conduit à plus de goulots d'étranglement et d'incompréhension.

C'est la raison pour laquelle le Cadastre néerlandais a lancé un programme de recherche visant à développer une carte où l'emplacement des frontières est si précis que la carte est plus en phase avec des évolutions telles que l'association de sources, les objets 3D et la numérisation. À cette fin, presque tous les croquis de terrain (historiques) doivent être rendus accessibles et pris en compte. Un défi énorme qui nécessite une automatisation étendue en termes de temps et de coûts. Un programme de recherche a étudié s'il est possible d'extraire automatiquement les mesures originales du travail sur le terrain et de combiner ces informations et de redéfinir l'emplacement des limites. Avec l'aide de plusieurs sociétés dans le domaine de l'intelligence artificielle, il a été possible de construire une carte cadastrale précise avec une qualité géométrique connue: la carte de reconstruction.

Outre le défi technique, il a également été étudié si la carte plus précise répond au besoin de la société. Avec l'arrivée de la nouvelle carte, une nouvelle façon de communiquer est envisagée. Lorsque la carte intégrée de « reconstruction » d'une zone sera prête et que les parties impliquées seront d'accord, elle sera présentée et soumise comme Kadastrale Kaart Next pour remplacer la carte cadastrale: le processus de transition. Ce développement contribuera également à un processus de travail plus efficace pour l'avenir.

# Reconstruction du Plan Cadastral des Pays-Bas: le Concept Global

Eric HAGEMANS, Ruben BUSINK, Jeroen GRIFT, Frank SCHOUTEN, Rinske HOFMAN, Pays-Bas

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Actuellement: Plan cadastral

Les registres publics et l'enregistrement cadastral offrent une sécurité juridique sur la situation de propriété de chaque terrain aux Pays-Bas, ce que l'on appelle les parcelles cadastrales. Depuis le début du Cadastre en 1832, les nouvelles limites ont été mesurées avec précision par les géomètres lors de la création des parcelles. Ces mesures sont enregistrées dans les travaux d'arpentage sur le terrain, qui constituent la base des limites de la carte et sont en outre utilisées pour rendre les limites du terrain visibles sur demande. Les mesures sont également traitées à l'échelle dans le Plan cadastral (1:1000/1:2000).

Le plan cadastral visualise l'emplacement (mutuel) et la forme de toutes les parcelles cadastrales aux Pays-Bas. Une telle image pour tout le territoire et disponible en toute transparence est un concept relativement unique. Cependant, la qualité graphique (écart type 20/40 cm, urbain/rural) des limites du plan cadastral signifie que cette carte ne convient pas pour des mesures précises sur la carte. En outre, la cohérence des limites avec les informations provenant d'autres sources (telles que les cartes topographiques) est moins claire ou précise et donc une source potentielle de malentendus. Celles-ci sont également dues à l'accès de plus en plus amélioré aux cartes numériques et la possibilité de les combiner et de les zoomer facilement.

Dans la société actuelle axée sur l'information, cette situation conduit de plus en plus à des goulets d'étranglement et parfois à une incompréhension. Le fait que le Plan cadastral est un ensemble de données ouvertes depuis des années et qu'il peut être consulté et combiné par un large public y contribue: l'utilisateur n'a pas une idée de la signification et de l'histoire du Plan cadastral actuel. La carte est essentiellement conçue comme un index (avec des parcelles comme entrée) de l'enregistrement cadastral, pour lequel la qualité graphique actuelle est suffisante. Cependant, les utilisateurs n'ont pas (ou plus) cette réalisation dans le temps actuel et s'attendent à une plus grande précision et applicabilité des informations affichées. En plus des malentendus sur l'emplacement des limites, l'inexactitude de la zone des parcelles est également un problème croissant en raison de l'écart par rapport à la superficie officielle des parcelles dans l'enregistrement.

### 1.2 Notre rêve: un plan cadastral précis

De sa position/responsabilité, le Cadastre s'efforce d'améliorer la situation décrite ci-dessus et rêve d'un idéal: une carte où l'emplacement des limites est si précis qu'un champ d'application beaucoup plus large est créé et que la carte fonctionne mieux au niveau de la société/des pouvoirs publics dans le numérique (faire un choix). Une situation où la combinaison de sources

de données et, par exemple, la relation avec les objets 3D et la numérisation a un effet de renforcement et ne crée pas (ou plus) de goulets d'étranglement. Comme ça, la valeur de l'information augmente énormément.

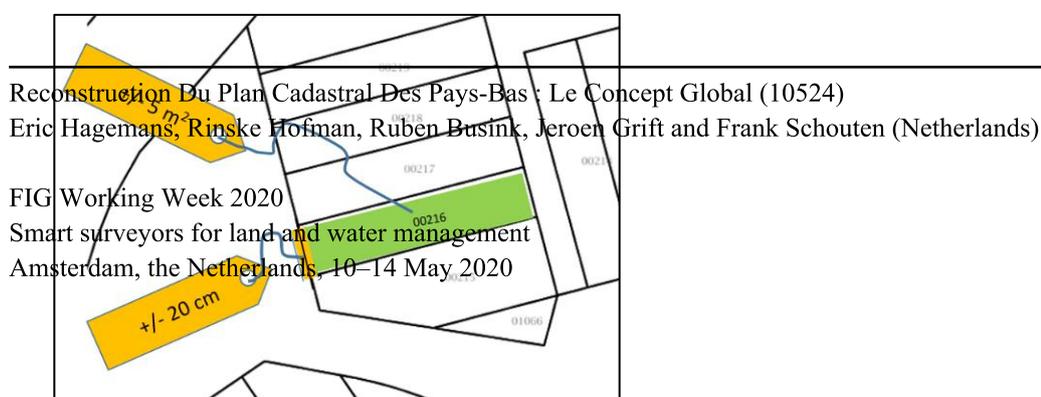
Les premières explorations de 2015 ont montré que pour réaliser ce rêve, presque tout le travail de terrain (historique) devrait être employé et mis au point. Un énorme défi qui nécessite une automatisation de grande envergure en termes de temps et de coût, car la construction de cartes entièrement manuelle n'est pas rentable. Le fait de mesurer à nouveau toutes les limites est encore plus cher, juridiquement exclus, et donc pas du tout souhaité. Les plans d'un programme de recherche pour trouver une autre solution moins coûteux ont été présentés au cours de la semaine de travail FIG 2017 à Helsinki, en Finlande [10].

Ce programme de recherche a été lancé au sein du Cadastre en 2017, en collaboration avec des parties spécialisées dans le domaine de l'intelligence artificielle, pour étudier comment les informations provenant des travaux historiques sur le terrain peuvent être largement automatisées vers ce qu'on nomme la « carte de reconstruction ». Il s'agit du titre de travail pour le Plan cadastral plus précis avec une qualité géométrique connue et une précision plus élevée. Nous avons examiné s'il est possible d'extraire automatiquement les mesures originales des travaux sur le terrain et de combiner et valider ces informations dans une carte précise avec une nouvelle technologie innovante (de données) telle que l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique. Les résultats intermédiaires de la recherche sont prometteurs et montrent à bien des reprises qu'une solution automatisée est largement possible.

### 1.3 Besoin social

Outre le défi technique, nous avons également examiné si la carte exacte répond à un besoin dans une société en évolution et fortement orientée vers l'information. L'ambition du Cadastre s'inscrit dans la tendance plus grande de la numérisation, des processus basés sur les données et de l'amélioration de la qualité y étant associée (voir illustration 1). Mais bien sûr, elle reste fondée sur la mission juridique du Cadastre en ce qui concerne les enregistrements couverts et la sécurité juridique y afférentes, tant aujourd'hui qu'à l'avenir. Avec l'arrivée possible de la nouvelle carte, une nouvelle façon de communiquer est prévue. Si la carte de « reconstruction » qui a été construite est prête pour une zone et que les parties concernées en ont convenu, elle sera échelonnée comme Plan cadastral Suivant et présentée pour remplacer le Plan cadastral existant: le processus de transition.

Un facteur sous-jacent incitant le Cadastre à concrétiser dès maintenant son ambition est le fait que la connaissance des méthodes et techniques précédemment appliquées est perdue en raison des sorties de personnel (dues à la retraite) et de la disparition des caractéristiques physiques sur le terrain qui ont constitué la base des travaux d'arpentage historiques. Dans le processus de production de la carte de reconstruction, ces connaissances et informations sont protégées de manière durable dans un traitement automatisé. Enfin, le développement souhaité contribue à un processus de travail plus efficace pour l'avenir grâce à la sauvegarde durable des données sous-jacentes, à la précision accrue et à un meilleur accès.



## 2. DU RÊVE À LA RÉALITÉ

Pour réaliser le rêve d'un Plan cadastral précis, des aspects d'une nature très différente doivent être élaborés. Outre les aspects techniques, ce sont également des aspects organisationnels, communicationnels et juridiques qui comptent. Pour maximiser les chances de succès, une approche intégrée et cohérente de tous ces aspects est privilégiée.

### 2.1 Carte de reconstruction et Plan cadastral Suivant

La carte de reconstruction est un plan cadastral reconstruit dans lequel toutes les mesures disponibles sont utilisées pour donner aux limites cadastrales l'emplacement le plus précis possible. La carte de reconstruction contient exactement les mêmes parcelles que le plan cadastral actuel et est donc topologiquement identique (les mêmes voisins). Cependant, l'emplacement des limites peut différer. La carte de reconstruction n'a pas une qualité homogène car il manque des informations précises pour une partie (10 %) des limites et, à l'inverse, des mesures beaucoup plus précises sont disponibles pour une partie limitée. La carte de reconstruction constitue le produit final du processus de production automatisé. La dernière étape, connue sous le nom de transition, consiste à remplacer le Plan cadastral actuel par la carte de reconstruction qui, à partir de ce moment-là, est le seul Plan cadastral valide, le Plan cadastral Suivant. Il y a donc deux cartes pendant le processus de production : le Plan cadastral actuel et juridiquement valide et la carte de reconstruction topologiquement synchronisée en construction. La transition devrait avoir lieu par zone, de sorte que la carte de reconstruction est également construite de cette manière.

### 2.2 Structure de données améliorée

La structure de données actuelle du plan cadastral est basée sur des chaînes de lignes, à la fois pour l'entité « limite » et pour l'entité « parcelle ». Pour la carte de reconstruction, nous avons un certain nombre de souhaits spécifiques qui rendent l'expansion du modèle judicieux, avec le souhait principal d'introduire des points en tant qu'entité distincte en combinaison avec une définition de ligne par référence au lieu de coordonnées individuelles. Cela permet une automatisation de processus de grande envergure, l'application de calculs géodésiques et donc une description de qualité géométrique. D'autre part, pour générer des métadonnées telles que

la répartition de la zone de parcelle, il est souhaitable d'avoir des points avec une propre description de qualité. Nous nous sommes inspirés du LADM[8].

Pour la gestion durable des données de mesure de 188 ans, à la suite des premières explorations de 2016, on a démarré la construction d'une base de données dans laquelle cet « or » numérique est stocké de façon cohérente. Cela a depuis lors été réalisé et sera éventuellement lié à la base de données du Plan cadastral mise à jour. Cette initiative permet d'avoir des points sur la carte réellement mesurés (et non dérivés) qui se réfèrent également aux points mesurés. Cela jette également les bases pour pouvoir accéder à des informations supplémentaires pertinentes sur les points et les limites collectées lors des mesures via la carte.

### **2.3 Meilleur accès aux données source et aux métadonnées**

Fournir une carte avec une précision améliorée implique l'obligation de communiquer clairement les attentes par élément de la carte. Dans la carte actuelle, nous offrons un peu plus d'explications de la qualité géométrique qu'un avertissement selon lequel aucun droit ne peut être dérivé de la carte, ce qui fait par exemple que la mesure est déconseillée. Afin de présenter de manière responsable une qualité future hétérogène, mais connue, la transparence sur cette qualité est essentielle. Un ensemble de métadonnées a donc été développé qui peut être utilisé à la fois pour la carte de reconstruction et le plan cadastral actuel.

En plus de clarifier la qualité, il existe en outre le désir de divulguer des données source spécifiques via la carte. Une présentation a également été réalisée à cet effet, avec ou sans enrichissement de ces données. Les choix à faire doivent aller de pair avec une communication adéquate.

### **2.4 Organisation: communication et collaboration**

Ce qui est techniquement un petit pas est une très grande pas sur le plan de la communication et de l'organisation, car de nombreux utilisateurs ne veulent pas être confrontés à une image de lignes soudainement modifiée. La compréhension et l'acceptation n'auront lieu ici que si cela peut être placé dans le contexte d'une meilleure qualité des données, avec davantage de possibilités d'application et moins d'ambiguïtés, actuellement et dans le futur. Par exemple, une carte améliorée peut conduire à une meilleure compréhension de la superficie de la parcelle, mais si cela est également un déclencheur pour ajuster la surface officielle, une communication intensive devra alors aussi être établie à ce sujet avec les personnes impliquées. Tout cela signifie qu'une approche prudente est requise pour guider les changements.

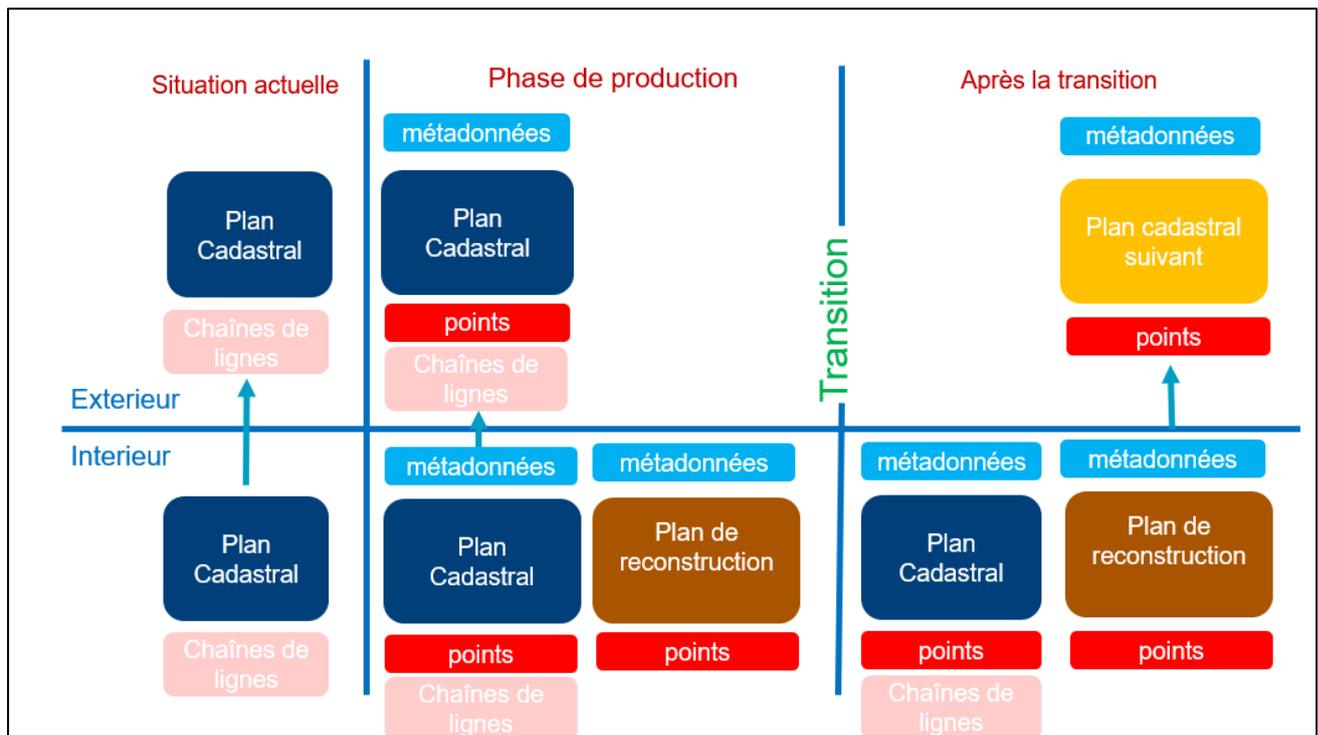


Figure 2. Aspects et phases.

Des aspects tels que la sécurité juridique et la confiance jouent un rôle majeur dans l'approche. Il est essentiel que la confiance dans l'autorité demeure et soit garantie si des modifications sont apportées aux données. La transparence sur la qualité doit aller de pair avec une compréhension accrue des utilisateurs, plus pertinente et plus fiable. L'ancien système fut assez bon pendant longtemps, mais ce n'est plus le cas maintenant en raison de développements externes. Cela se produit dans ce cadre et les utilisateurs doivent être inclus. La collaboration avec les autorités locales devra également prendre forme du fait de la coordination avec d'autres produits de cartes et de la communication avec les particuliers.

## 2.5 Cohérence des aspects

Au fil du temps, on distingue trois phases: la phase actuelle, la structure de la carte de reconstruction et la transition. Sur l'illustration 2 les composants sont visualisés les uns par rapport aux autres. Notez qu'il n'y a qu'un seul plan cadastral valide à tout moment.

## 2.6 Déroulement du programme de recherche

Les recherches techniques menées au cours des 2 dernières années sur la faisabilité d'un traitement hautement automatisé des anciens travaux de terrain d'arpentage d'un nouvelle « carte de reconstruction » (il s'agit de 5,1 millions d'esquisses de mesure numériques brutes) ont donné des résultats intermédiaires prometteurs. La faisabilité technique a été démontrée par un prototype de « ligne de production » et sera étendue dans la prochaine phase à un pilote pour l'environnement de production.

Le point de départ de la conception du processus de production est une automatisation poussée. Après avoir conclu que nous avons besoin de tous les travaux sur le terrain (y compris les travaux historiques), l'accent est d'abord mis sur la lecture automatique des travaux sur le terrain analogiques. Deux sociétés spécialisées dans l'IA sans expérience en géodésie ont démontré dans un POC (2017) qu'il est possible d'extraire automatiquement un pourcentage élevé des données.

Pour le processus de production de la carte de reconstruction, un développement supplémentaire a été fait en interne en développant un prototype dans lequel des spécialistes de diverses entreprises étaient impliqués (2018-2019). En plus de la vectorisation et de la lecture du travail sur le terrain, le prototype comprend également l'automatisation de la liaison et du calcul du travail sur le terrain. Les deux étapes du processus nécessitent un travail manuel supplémentaire (support), le défi est de réduire le travail manuel et donc les coûts en augmentant le degré d'automatisation. La recherche se termine par un pilote de production et une étude sur les coûts et avantages sociaux qui fournissent des informations de décision cruciales pour une prise de décision responsable.

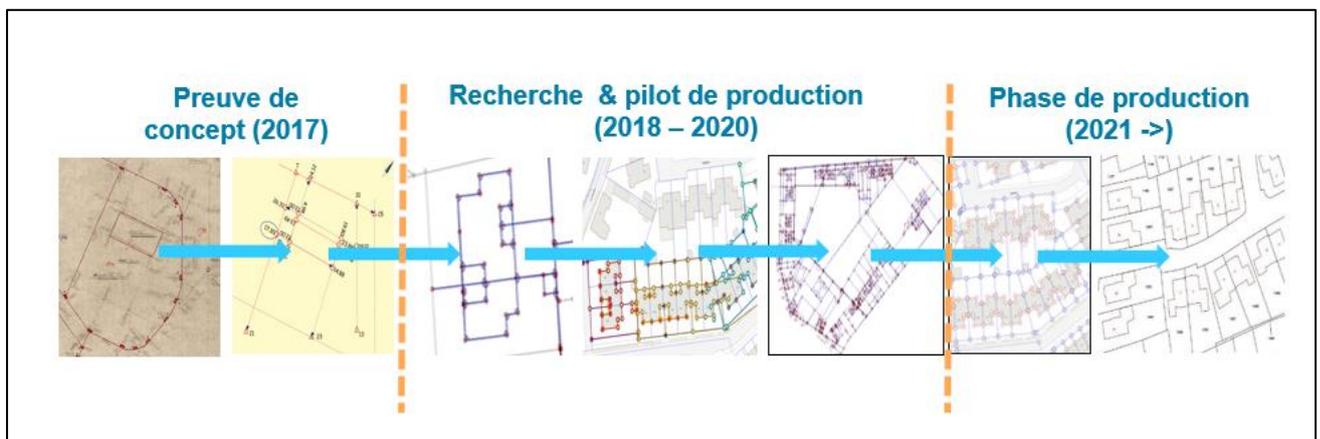


Figure 3. Program de recherche.

### 3. PROCESSUS DE PRODUCTION

#### 3.1 Conception du processus de production

Pour arriver à une carte de reconstruction, toutes les données de mesure des travaux sur le terrain doivent être extraites, les données de mesure des différents travaux sur le terrain liées entre elles et l'ensemble du réseau répercuté. Par la suite, les limites actuelles devront être identifiées à partir de l'interaction des lignes qui incluent également les bâtiments et les limites historiques. Le plan cadastral actuel sert de référence pour cela. Ces étapes sont indiquées dans l'illustration <> et détaillées davantage ci-dessous. Le défi majeur en l'occurrence est d'étudier si une automatisation étendue des processus manuels requis est possible lors de la lecture des travaux sur le terrain analogiques et du calcul des travaux sur le terrain. Pour le calcul, un logiciel est utilisé qui permet des tests de qualité et une description entièrement automatiques.

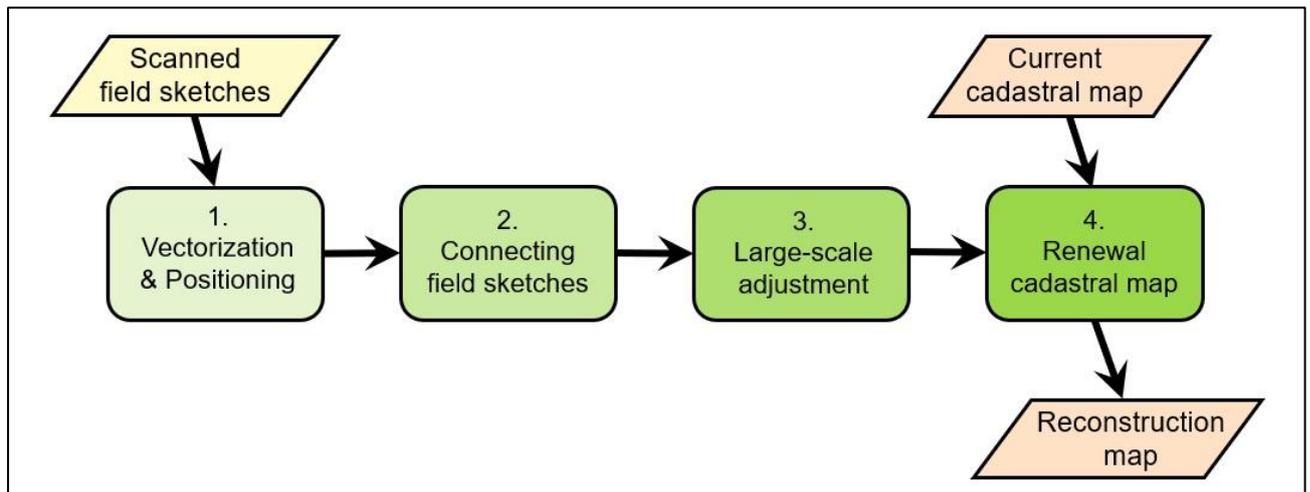


Figure 4: Aperçu du proces de production de plan de reconstruction [1].

Le processus de renouvellement du plan cadastral comprend quatre étapes:

1. Vectorisation et positionnement. Les balayages numériques des croquis de terrain sont vectorisés, ce qui donne des mesures d'enquête numérisées. La vectorisation est largement automatisée par l'application des techniques d'apprentissage automatique. Cependant, en raison de la variation du contenu et de la qualité (les croquis de terrain peuvent avoir près de deux siècles), une étape de correction manuelle est nécessaire, pour laquelle un outil interactif a été développé. Cet outil permet également de géoréférencer les croquis numérisés à l'aide des caractéristiques toujours présentes dans la carte actuelle, souvent des bâtiments.
2. Connexion des croquis de terrain. À cette étape, toutes les informations sont rassemblées pour un ajustement du réseau géodésique sur une zone comportant plusieurs croquis de terrain. Ici, les points homologues entre les croquis de terrain sont identifiés. En plus de la connexion entre les croquis de terrain, la connexion au terrain de point de référence

représentant le système de coordonnées national (appelé « RD ») est établie. Ce canevas des points de références comprend plusieurs millions de points généralement mesurés avec le GPS. Cette étape est finalisée par un ajustement du réseau qui vise à valider les mesures.

3. Ajustement à grande échelle. Avec cette étape, nous visons à ajuster les mesures de centaines de croquis de terrain. Cependant, il n'est pas possible d'ajuster toutes les observations en une seule fois. Nous prévoyons à ce qu'elles soient de l'ordre d'un milliard pour l'ensemble du pays. Cela implique qu'une approche pour gérer les écarts entre les résultats des ajustements connexes à grande échelle doit être développée.
4. Renouvellement du plan cadastral. Les ajustements à grande échelle entraînent un champ de point à l'échelle nationale, dont la qualité est connue à partir des résultats d'ajustement. De plus, la relation entre le plan cadastral et ce terrain de point est établie. Cela implique plus que la détection des points homologues: de nombreuses limites cadastrales sont définies par des points d'enquête qui ne représentent pas un coin de parcelle, mais qui se trouvent simplement sur la limite ou sur son extension. Lorsque les relations entre les deux ensembles de points ont été établies, un ajustement est défini dans lequel tous les points du plan cadastral sont mis à jour, en tenant compte de la qualité des deux ensembles, en donnant ce qu'on appelle la « Carte de reconstruction ».

Les deux premières étapes du processus sont décrites plus en détail dans Franken et al. [2]. Là, l'outil développé pour la numérisation des croquis de terrain et l'environnement interactif pour la validation et le couplage sont abordés. Dans les quatre étapes, l'assurance qualité est appliquée et intégrée dans l'outil. L'étape 2 vise principalement à détecter les erreurs de vectorisation et de mesure. L'approche adoptée est « l'école de Delft » de mathématiques et est décrite plus en détail dans van den Heuvel et al. [1]. Dans ce document, nous nous concentrons sur les aspects géodésiques du renouvellement du plan cadastral et présentons des premières idées aux étapes 3 et 4: comment mettre à jour le plan cadastral en fonction des résultats d'ajustement de plusieurs millions de mesures historiques de l'enquête.

### **3.2 Vectorisation, positionnement et liaison (IA à l'intérieur)**

Une grande partie des limites actuelles trouve son origine dans le passé et figure sur le terrain, comme indiqué ci-dessous. Elles contiennent une représentation schématique de la configuration de mesure (relation entre les lignes de mesure), les données de mesure associées et des informations supplémentaires telles que les numéros de parcelles. L'objectif de la recherche était d'extraire automatiquement les données de mesure et les relations entre elles afin qu'elles puissent être calculées comme une mesure. Pour cela, différents éléments doivent être reconnus, tels que les éléments de ligne et les éléments de texte, les lignes coupées aux intersections, les éléments de texte lus puis la relation mutuelle entre les éléments doit en être dérivée.

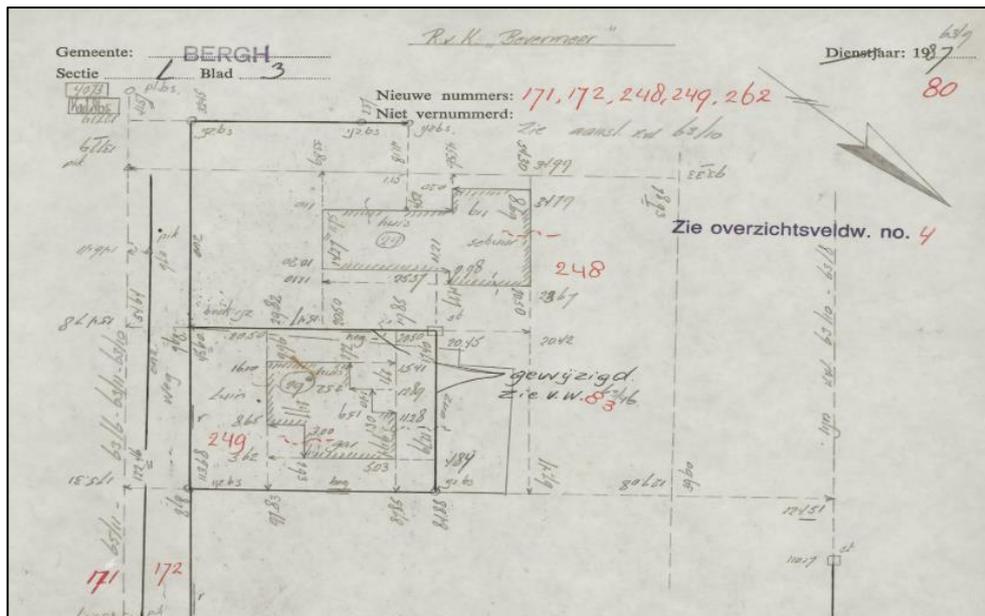


Figure 5. Fragment d'un croquis de terrain [2].

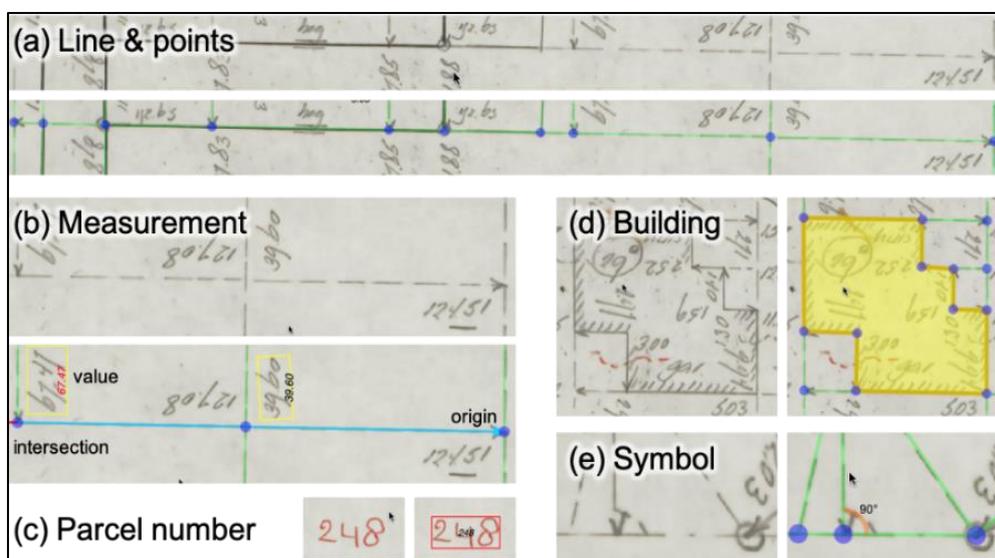


Figure 6. Détails du processus de vectorisation avec I.A. [2].

L'illustration ci-dessous montre les différents éléments détectés. Elle montre comment l'interface utilisateur du prototype indique les choix effectués. En fin de compte, il en découle qu'en raison de la grande complexité, une automatisation complète n'est pas possible, mais il est bien tangible d'atteindre un pourcentage relativement élevé, qui peut aller jusqu'à 80 %. Il est facile de voir comment les éléments tels que les bâtiments et les symboles peuvent également être reconnus automatiquement. Du point de vue de la production, il est important de développer davantage l'automatisation et le support optimal pour le travail manuel supplémentaire. Une bonne interface utilisateur avec beaucoup d'attention pour le support de processus peut aider à

l'efficacité, mais aussi à l'assurance qualité. Le résultat de cette première étape du processus est une image de lignes à l'échelle et un ensemble de mesures bien structuré.

Sur la base d'informations sur l'emplacement global (numéros de parcelle sur la carte), l'image de la ligne est positionnée dans le bon environnement. En faisant correspondre les informations de référence telles que les cartes cadastrales et topographiques historiques, l'image de la ligne est amenée au bon endroit et à la meilleure orientation possible. Pour cela, une deuxième interface utilisateur a été construite avec laquelle, après une première approche automatisée, la position et le lien peuvent être réglés manuellement. Le processus comprend les étapes suivantes:

1. Orientation d'un travail de terrain à l'aide du plan cadastral et du bâtiment.
2. Liaison d'un travail de terrain aux travaux de terrain voisins et aux mesures GPS récentes (voir illustration 7).
3. Détermination d'une zone avec une couverture suffisante pour la validation et tests formels avec un logiciel de calcul géodésique.



Figure 7. Connexions ("koppeling") entre deux croquis [9].

### 3.3 Calcul de grands réseaux

#### (concepts géodésiques)

Afin de permettre une adaptation significative de la carte, de plus grandes zones doivent être constituées car c'est la seule façon de déterminer l'emplacement mutuel. Dans l'exemple, une zone de 11 travaux sur le terrain liés les uns aux autres et calculés au moyen d'un règlement selon une LSA (méthode de Delft). C'est la base d'une analyse de qualité, où la précision des points dans le réseau peut être déterminée. L'écart type moyen atteint dans cette zone est supérieur à 5 cm. Ce résultat est représentatif des autres zones d'essai et démontre la faisabilité d'un plan de reconstruction à partir de travaux de terrain analogiques. À savoir, la liaison des informations provenant du travail sur le terrain conduit généralement à un réseau dont l'écart-type est limité à environ 5 cm, ce qui est un excellent résultat en termes de qualité. Dans Salzmann et al. [3], Teunissen [4][5], Baarda [6] et Verkuijl [7] plus des informations peut être trouvé.

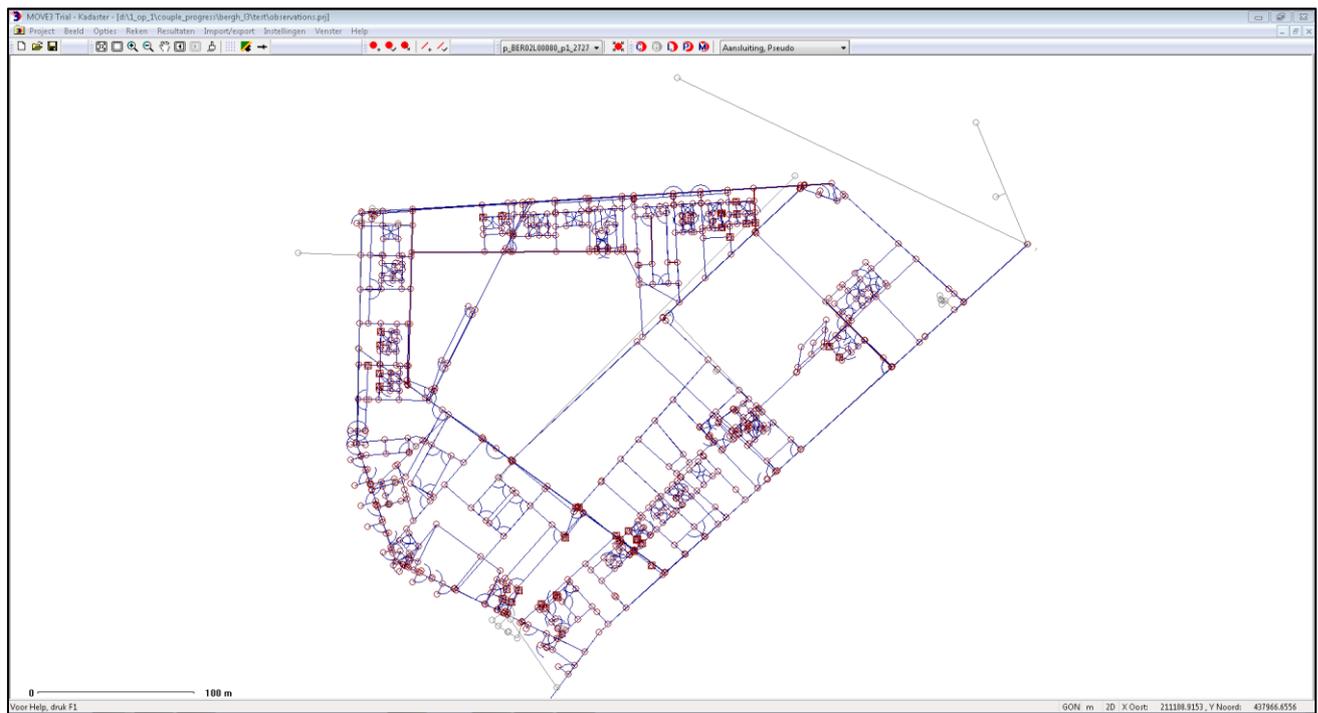


Figure 8: Onze croquis connectés dans un canaves géodétique [9].

Afin de pouvoir construire la carte au final, les mesures précises locales devront aussi être liées au système RD. Nous y parvenons en élargissant les zones des travaux de terrain interconnectés de manière à ce qu'il y ait suffisamment de données de mesure GPS récentes (2005) et bien réparties dans cette zone pour que la connexion puisse avoir lieu. Cette façon de travailler contribue à une description de qualité (entièrement automatique) de tous les éléments individuels de la carte.

La dernière partie du processus par laquelle les informations mutuellement calculées sont traduites dans la carte de reconstruction devrait être entièrement automatisée. Quelques études exploratoires ont été réalisées pour confirmer cet espoir. Un aspect important en cela est l'interprétation précoce des différents éléments de l'image de lignes, un autre aspect est l'intégration du plan cadastral lui-même dans le règlement. Il a été décidé de réaliser ce développement uniquement lorsqu'une décision finale aura été prise sur la production de la carte de reconstruction pour de grandes parties des Pays-Bas.

### 3.4 Pilote de production

Le fonctionnement de le chaîne de production est testé par deux sociétés externes disposant d'une importante collection de travaux de terrain traités avec le prototype, complétés ou non par des modifications du logiciel par les prestataires. Nous espérons ainsi avoir une meilleure idée de l'utilité de la solution conçue, de son efficacité et de la coopération avec une partie externe. Lors du lancement de cette histoire, le pilote est en phase de démarrage, nous présenterons les résultats pendant la semaine de travail FIG.

## 4. TRANSITION VERS KKN

### 4.1 Processus de transition

La décision de remplacer le plan valable pour les utilisateurs par l'image de lignes plus précise de la carte de reconstruction (transition vers le Plan cadastral Suivant, en Néerlandais: KKN) doit être accompagnée des trois mesures suivantes:

1. L'information et la collaboration avec les autorités locales afin qu'ils puissent agir en tant que partenaire de communication auprès du public. La coordination avec d'autres produits cartographiques, en particulier les organismes responsables de la cartographie topographique, est également importante.
2. Le grand public doit prendre conscience de la qualité réelle (actuelle) et de la qualité améliorée. Comme déjà indiqué dans la section 2.4: La transparence sur la qualité doit aller de pair avec une compréhension accrue des utilisateurs que cela devient plus pertinent et plus fiable. Cela nécessite une campagne de sensibilisation qui doit être mise en place à l'échelle nationale.
3. Les utilisateurs individuels devront être aidés quand ils ont des questions, pendant ce processus de transition. En raison de l'ampleur du changement, cela peut devenir une tâche majeure.

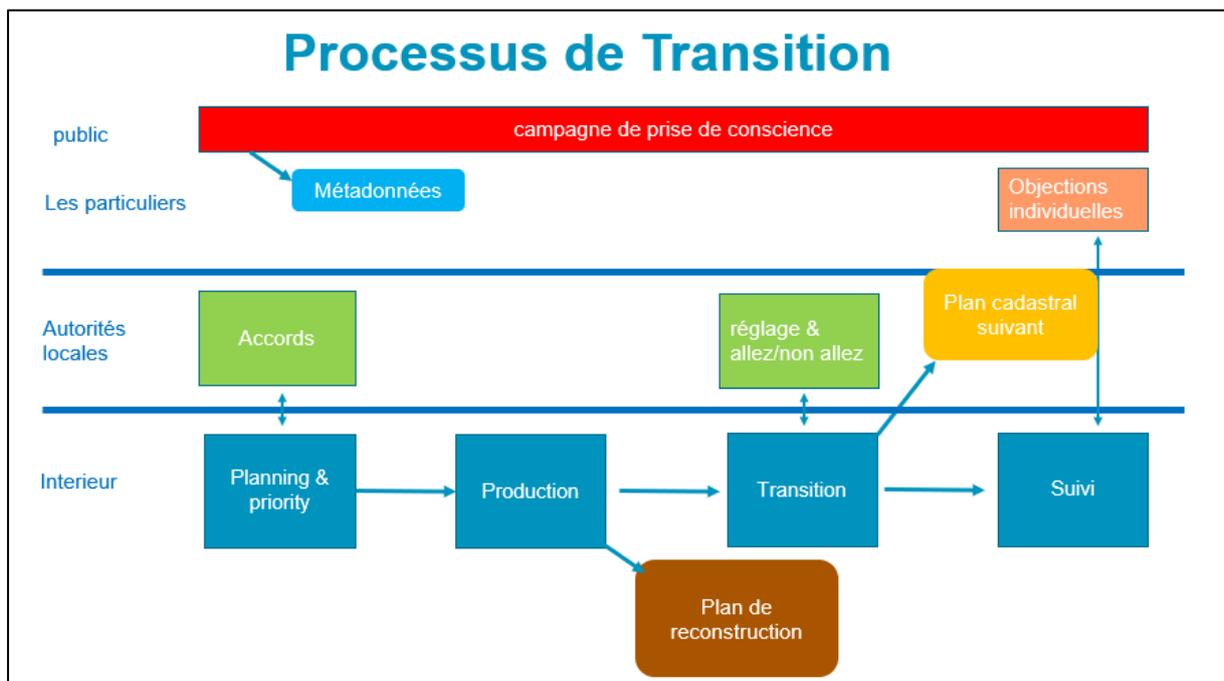


Figure 9. Processus de transition.

## 4.2 Aspects juridiques et communication

La communication et l'information deviennent de plus en plus importantes dans la société actuelle. La bonne communication au bon moment est également essentielle pour le Cadastre, qui revêt une fonction sociale. La communication est importante pour maintenir la confiance dans la sécurité juridique et l'organisation du cadastre et pour amener les utilisateurs dans le sens et la valeur ajoutée des changements proposés. Justement aussi par rapport à la situation existante.

A première vue, l'impact juridique des changements est limité: la carte cadastrale n'est qu'une représentation graphique et nous avons le droit de modifier la représentation des limites dans la carte dans les limites de fiabilité. Cependant, la nouvelle carte cadastrale peut fournir de meilleures estimations pour les zones de parcelles cadastrales calculées. Cela peut conduire, lorsque les différences dépassent un certain niveau, à procéder à des changements dans les tailles de parcelles officiellement enregistrées. Si c'est le cas, nous avons l'obligation d'informer officiellement les propriétaires, une situation potentiellement difficile lorsque les tailles des parcelles diminuent.

## 4.3 Niveau d'informations sur le plan cadastral et de reconstruction

La couche d'informations (métadonnées) est destinée à être en mesure d'interpréter la qualité du plan cadastral à l'aide des sources de données existantes. À cette fin, les données pertinentes provenant de sources de données pertinentes sont liées aux données du plan cadastral, soit un enrichissement sémantique des données cadastrales avec les données métriques. Cela permet d'obtenir une représentation plus complète et plus claire des limites cadastrales et des parcelles via les informations liées. Cette couche d'information est un outil important dans l'interprétation de la qualité et dans la communication avec le public sur la qualité des cartes.

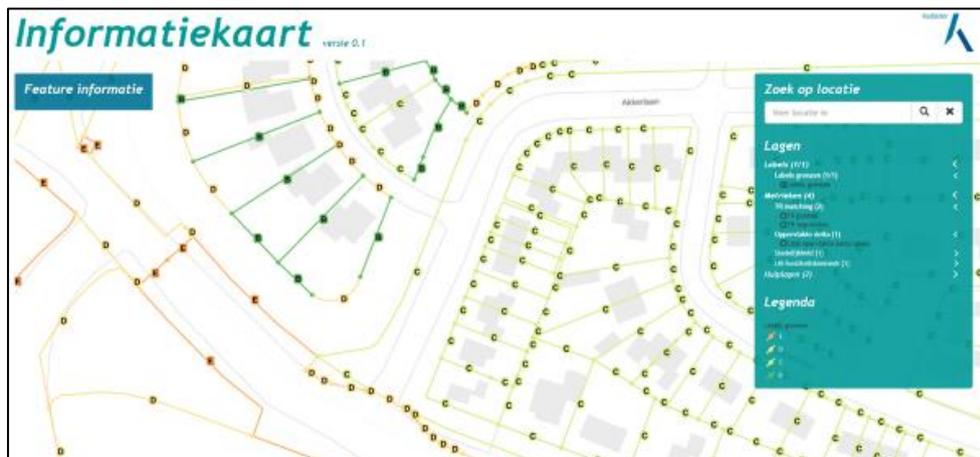


Figure 10. Couche d'information sur le plan cadastral.

Dans l'exemple, les valeurs par défaut D (urbain, 20 cm) et E (rural, 40 cm) sont affichées. Si des informations de mesure sont disponibles, une meilleure qualité peut être conclue (B, 5 cm),

autrement si d'autres conditions, calculées par des mesures, sont remplies, la qualité D par défaut peut être mise à niveau vers C (10 cm).

#### **4.4 Analyse des coûts et des avantages pour la société**

Pour répondre à la nécessité de prendre des décisions optimales pour le Cadastre néerlandais, il est important de quantifier les avantages financiers pour la société. Comme le projet est susceptible de prendre du temps et représente un enjeu financier, il est important que le gouvernement néerlandais ait un contrôle indépendant sur l'efficacité globale du projet. Cette tâche est donc réalisée par une entreprise spécialisée dans la façon de calculer les coûts et les avantages sur le long terme et sur les effets qui sont difficiles à estimer. En plus des effets financiers, les effets sur la société seront décrits.

## **5. RÉSULTATS**

En 2017, nous avons présenté les plans de recherche de l'époque à Helsinki. Nous présentons maintenant les premiers résultats de la recherche et tirons des conclusions préliminaires. J'espère que nous pourrions montrer des résultats pratiques en 2023. Les résultats sont:

### **5.1 Au niveau techniques**

- La lecture et le comptage des travaux sur le terrain peuvent être automatisés dans une large mesure, ce qui signifie une énorme innovation, et rapprochera certainement la faisabilité d'une production à grande échelle.
- Une automatisation à 100 % ne devrait pas être réalisée et n'est pas souhaitable pour les parties elles-mêmes. Outre le traitement automatisé, un travail manuel est nécessaire, mais cela peut également être largement soutenu par des outils visant à une efficacité maximale.
- Le plan de reconstruction conserve les archives analogiques du croquis d'arpentage pour l'avenir et avec elle la richesse des connaissances et des informations contenues dans ces archives. Le risque de « perte » de ces connaissances peut ainsi être inversé.
- En outre, la conversion de l'analogique au numérique rend les travaux d'arpentage de terrain historiques beaucoup plus accessibles, grâce auxquels une gamme d'applications beaucoup plus large peut être obtenue. Par exemple, mesurer soi-même.

### **5.2 Au niveau sociaux**

- La carte fait partie de la tâche cadastrale et de notre ambition, et répond à un besoin social, si elle est accompagnée de la bonne communication
- Les dispositions permettant de rendre la construction de la carte possible facilitent également les améliorations internes.
- Les deux points précédents sont suffisamment équilibrés pour justifier les investissements à ce jour. Pour l'avenir, des scénarios sont en cours d'élaboration pour des étapes de suivi qui visent le même équilibre,

Pendant la période entre l'écriture de ce document et la semaine de travail, les principaux résultats des études pratiques seront disponibles et présentés au comité exécutif du Kadaster. Nous présenterons ces résultats et les décisions du comité au cours de la semaine de travail. Ce article est aussi présenté en langage Anglais [11].

## RÉFÉRENCES

- [1] Van den Heuvel, F, et al., *Rebuilding the Cadastral Map of The Netherlands, the Geodetic Concept*. FIG working week, 2020.
- [2] Franken, J, et al., *Rebuilding the Cadastral Map of The Netherlands, the Artificial Intelligence Solution*. FIG working week, 2020.
- [3] Salzmann, M, et al., *Handleiding voor de Technische Werkzaamheden van het Kadaster*, Kadaster, 1996
- [4] Teunissen, P.J.G., *Adjustment theory, an introduction*, Delft University Press, 1<sup>st</sup> ed., 2000.
- [5] Teunissen, P.J.G., *Testing theory, an introduction*, Delft University Press, 1<sup>st</sup> ed., 2000.
- [6] Baarda, W., *A testing procedure used in geodetic networks*, Netherlands Geodetic Commission, Publications on Geodesy, New Series 2(5), 1968.
- [7] Verkuijl, G, *user manual MOVE3*, Sweco Nederland B.V, 2016.
- [8] Lemmen, C, *A Domain Model for Land Administration*, Ph.D. Thesis, Technical University Delft, 2012.
- [9] Hagemans, E, et al., *Programmarapport 1-op-1-kaart 2018/2019*, Kadaster, 2019.
- [10] Hagemans, E, *The cadastral map of The Netherlands improved*, FIG working week, 2017.
- [11] Hagemans, E, et al., *Rebuilding the Cadastral Map of The Netherlands, the Overall Concept*, FIG working week 2020.

## NOTES BIOGRAPHIQUES

**Eric Hagemans** est spécialiste en géodésie et conseiller en innovation chez Kadaster aux Pays-Bas depuis 2014. Il est responsable du contenu du programme KKN et travaille sur l'innovation du levé cadastral et des enregistrements correspondants. Auparavant, il a occupé les postes de professeur et directeur à l'Université de sciences appliquées à Utrecht et d'ingénieur géodésique pour les sociétés d'ingénierie Arcadis et Sweco. Il a étudié la géodésie à l'Université technique de Delft.

**Ruben Busink** a étudié la géographie physique à l'université d'Utrecht. Il a plus de 25 ans d'expérience professionnelle dans les systèmes d'information géographique et la gestion de l'information. Il a occupé plusieurs postes de direction dans ce domaine, dont celui de chef du département SIG et information de Royal Haskoning DHV. Depuis avril 2018, il est le directeur du programme "Cadastral Map Next" au Kadaster aux Pays-Bas.

**Jeroen Grift** travaille en tant que développeur SIG (Systèmes d'information géographique) chez Kadaster depuis 2018. Au sein du projet KKN, il est chargé de développer une méthodologie qui ajoute des données de qualité géométrique au plan cadastral actuel. Auparavant, il travaillait chez CycloMedia en tant que spécialiste SIG. Il a étudié l'histoire du paysage à l'Université de Groningen et la géomatique à l'Université de Gävle.

**Frank Schouten** est consultant principal en géographie des TIC (Techniques d'Information et de Communication) chez Merkator BV aux Pays-Bas depuis juin 2015. Chez Kadaster, il a mené une étude de marché et une étude de faisabilité du programme KKN. Il est actuellement propriétaire de produit pour deux équipes au sein du programme KKN. Avant de rejoindre Merkator, Frank a occupé plusieurs postes de directeur de projet, consultant et ingénieur d'information. Il possède plus de 25 ans d'expérience avec les logiciels SIG et la technologie

de base de données. Ses connaissances lui permettent de faire le lien entre l'aspect commercial et la technologie de géographie des TIC.

**Rinske Hofman** travaille depuis 2007 pour le Kadaster aux Pays Bas en tant que conseiller en innovation. Elle est spécialisée dans le domaine “conduite du changement” et accompagne les organisations dans l'amélioration de leurs processus. Elle a ainsi travaillé pendant une mission au Bénin pour aider le cadastre béninois en 2018. Elle a étudié l'informatique appliquée à l'université de Groningue ainsi que la langue et littérature française à la même université. Auparavant elle a vécu 10 ans en France où elle a travaillé pour le cabinet de conseil Oresys.

### **Contact**

Eric Hagemans

Cadastre Néerlandais

Postbus 9046, 7300 GH Apeldoorn, Les Pays-bas

Tél: +31 (0)88-1834587 (bureau)

E-mail: [eric.hagemans@kadaster.nl](mailto:eric.hagemans@kadaster.nl)

Website: [www.kadaster.nl](http://www.kadaster.nl)