



POLITIQUE SCIENTIFIQUE FEDERALE - FEDERAAL WETENSCHAPSBELEID

RESEARCH PROGRAMME FOR EARTH OBSERVATION STEREO III

RAPPORT D'ACTIVITÉ

CONTRAT SR/00/372

SARSAR

Surveillance automatique des sites à réaménager à l'aide d'images SAR
et OPTIQUES

Date : 19/05/2020

Direction de l'Aménagement opérationnel et de la Ville (DAOV) - Service public de
Wallonie
Royal Military Academy (RMA)
Institut Scientifique de Service Public (ISSeP)

1 CONTENU		
1	CONTENU	2
2	PARTENARIAT : DÉTAILS	3
2.1	CHANGEMENTS DANS LE PERSONNEL	3
3	INFORMATIONS SUR LE PROJET	3
3.1	AVANCEMENT ET RÉSULTATS DU PROJET	3
3.2	PLAN DE TRAVAIL POUR L'ANNÉE PROCHAINE	14
4	ACTIVITÉS DE COMMUNICATION ET DIFFUSION	16
4.1	MISSIONS DIVERSES : SÉJOURS DANS LES ORGANISATION DE PARTENAIRES, RÉUNIONS, CONFÉRENCES, ...	16
4.2	PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	17
4.3	COLLABORATION AVEC D'AUTRES PROJETS	17
4.4	AUTRES TYPES DE DIFFUSIONS	17
5	COMITÉ D'ACCOMPAGNEMENT	18
5.1	COMPOSITION / CHANGEMENTS DANS LA COMPOSITION	18
5.2	RAPPORT DU COMITÉ d'ACCOMPAGNEMENT	18
5.3	RÉPONSE AU COMITÉ d'ACCOMPAGNEMENT	19
6	ILLUSTRATIONS	22
7	INFORMATION SUPPLÉMENTAIRE	22

2 PARTENARIAT : DÉTAILS

2.1 CHANGEMENTS DE PERSONNEL

Personnel supplémentaire:

Nom : Gérard SWINNEN

E-mail : g.swinnen@issep.be

Tel : +32 (0)4 229 82 81

Poste : Chercheur

Contrat : Durée déterminée

3 INFORMATIONS SUR LE PROJET

3.1 AVANCEMENT ET RÉSULTATS DU PROJET¹

Jusqu'à la fin février 2020, le projet était dans les temps. Cependant, suite de l'épidémie de Covid-19, certains ajustements ont dû être réalisés. À l'heure actuelle, un retard est prévu tant pour la livraison des produits que pour la date de fin du projet.

WP1: BESOINS DES UTILISATEURS

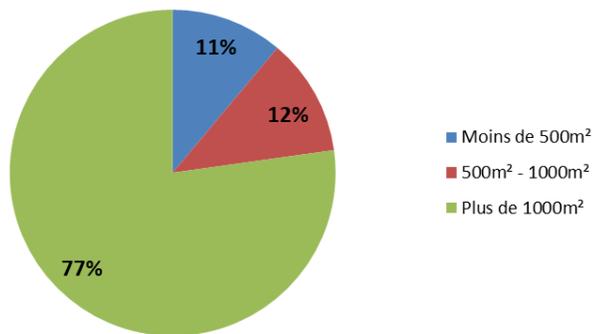
Dans ce WP ont été étudiés et définis (i) les objectifs du projet, (ii) l'état de l'inventaire des SAR et, (iii) la manière dont ce projet pourrait aider la Région wallonne à gérer les SAR. Pour ce faire, les principaux objectifs de la mise à jour de l'inventaire ont été pris en compte :

- Éviter d'inclure en erreur les acteurs qui consultent l'inventaire des SAR (disponible en ligne depuis 2017) ;
- Réduire le temps consacré à la mise à jour des inventaires, étant donné que la DAOV estime que moins de 10% des SAR sont susceptibles de "changer" d'année en année.

Actuellement, l'inventaire SAR est principalement mis à jour par des vérifications sur le terrain, ce qui prend du temps et ne permet pas de vérifier tous les sites chaque année. Depuis quelques années, les ortho-photos sont utilisées afin d'étudier chaque SAR sur le territoire en utilisant une méthodologie de photo-interprétation (projet "SAR" : subvention interne DAOV-ISSeP). Au total, en 2017, 2213 SAR sur 3800 ha en Wallonie ont ainsi pu être vérifiés, et la mise à jour de l'inventaire avec la campagne d'ortho-photos 2018 vient de s'achever. Ces mises à jour de l'inventaire serviront également à valider notre méthodologie mise en place dans SARSAR.

Dans la section "Besoins des utilisateurs", nous avons d'abord défini la contribution des images Sentinel, sachant que la résolution spatiale limite la taille des SAR qui peuvent être analysés. La figure ci-dessous fournit une estimation du pourcentage des sites qui pourraient être examinés.

¹ Faire référence aux tâches et au calendrier dans le contrat - expliquer les retards - documents techniques et rapports à mettre en annexe



Nous avons ensuite identifié, comme suit, les différents besoins et exigences des utilisateurs :

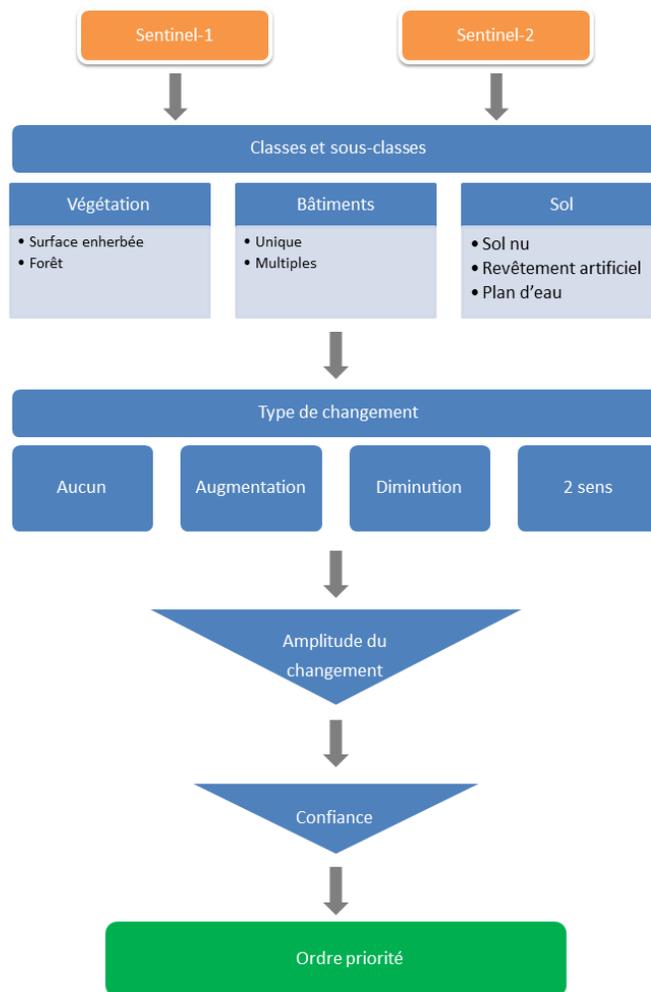
- **Besoins:**
 - Restreindre les coûts par la limitation du nombre de site à investiguer sur le terrain ;
 - Automatiser au maximum la détection de changement sur les sites ;
 - Faciliter le travail des opérateurs en identifiant au préalable les éléments à vérifier ;
 - Diminuer la subjectivité du travail de l'opérateur.

- **Exigences:**
 - Détermination de catégories de changements → faire ressortir des scénarios de types de changements et leur importance ;
 - Délais de mise à jour de l'inventaire des SAR ;
 - Suivre la priorité des besoins ;
 - Diffusion et partage des données et résultats ;
 - Mise en place de formations.

Par après, nous avons détaillé les différentes parties des besoins et des exigences.

Tout d'abord, les différents types de scénarios de changement et leur importance ont été divisés en deux catégories :

- **Indispensable** : liste de sites avec leur probabilité d'avoir changé. Cette liste sera basée sur celle des sites ayant le plus de chance de ne pas avoir été modifiés ;
- **Souhaitable** : confiance en un changement, site par site, basés sur une sélection de scénarios préétablis selon les catégories et types de changements. En ce qui concerne les scénarios, il est important prendre en compte le fait que dans certaines situation pas de changement à long terme peut signifier que le site est entretenu (par exemple une prairie pâturée). Le schéma suivant résume ce qui est « souhaitable » :



Ensuite, les délais ont également été séparés en deux catégories :

- Indispensable : 1 an via une moyenne glissante
- Idéalement : 2 mois

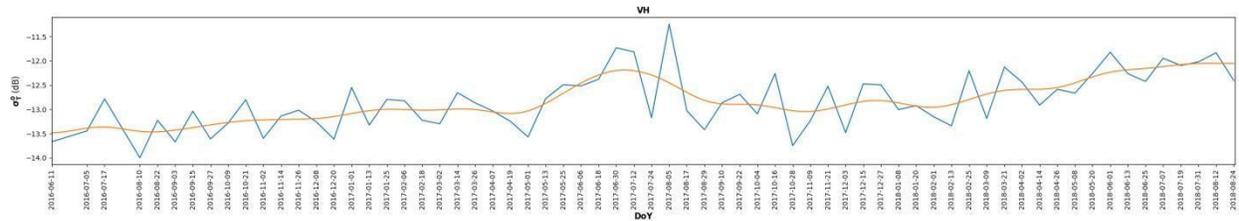
Le processus sera donc appliqué plusieurs fois au total et deux valeurs seront ainsi communiquées pour chaque SAR. La fiabilité de ces valeurs sera différente au vu du bruit inhérent aux données Sentinel-1 et de la variabilité de la disponibilité des données optiques Sentinel-2. De plus, des mises à jour seront effectuées en fonction de demandes spécifiques des utilisateurs.

Pour terminer, nous nous sommes concentrés sur les besoins et les exigences en matière de diffusion, de partage et de formation. La DAOV a demandé à recevoir les résultats dans un format facile à utiliser et durable (.csv ou .txt). Ce fichier doit contenir l'identifiant du SAR ainsi que l'ordre de priorité basé sur la détection des changements. Les résultats finalisés seront envoyés par courrier électronique tandis que les résultats bruts seront mis à disposition sur demande. De plus, si cela est possible, un WFS et/ou un système d'alerte sur le site web des SAR sera mis en place. Concernant les formations, il a été

inférieur à une certaine valeur (le seuil a été empiriquement fixé à 1), le changement est peu probable, et le SAR est classé comme inchangé. Un cv supérieur à 1 signifie qu'un changement peut avoir eu lieu dans le SAR, une analyse des points de changement est alors effectuée afin de déterminer si et quand il s'est produit.

Pour les deux sites de test mentionnés ci-dessus, nous avons obtenu deux résultats différents.

Dans le cas du Marché couvert d'Amécœur, le cv s'est avéré inférieur à 1, ce qui a directement conduit à la conclusion que le site est resté inchangé (ou a subi des modifications non pertinentes).



Ce résultat est confirmé si l'on examine les images aériennes prises en 2016 et 2018 représentant la réalité terrain.

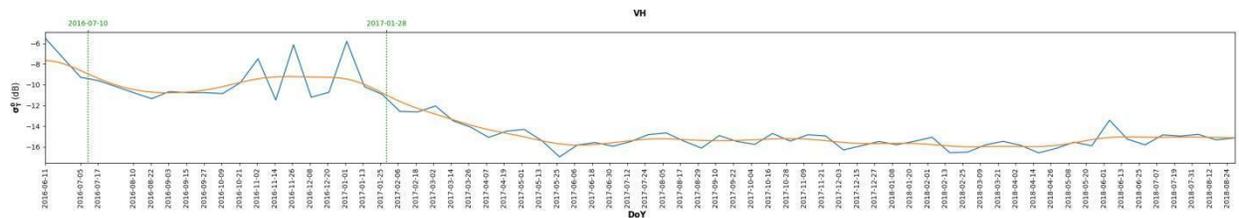


AOP 2016



AOP 2018

À l'inverse, le profil temporel des Ets Linotte est caractérisé par un cv supérieur à 1. Nous avons donc lancé le détecteur de point de changement et obtenu deux dates possibles où un changement aurait pu se produire.



Plus précisément, les points de changement correspondent à une diminution de la rétrodiffusion (passant de forte à faible), dont il a été confirmé, par les ortho-photos ci-dessous, qu'elle résulte de la démolition d'un bâtiment.



En plus des valeurs moyennes du σ_0 , nous étudions actuellement l'utilisation d'autres caractéristiques d'entrée, en nous concentrant principalement sur les informations de texture calculées à partir de matrices de cooccurrence de niveau de gris (GLCM). Les caractéristiques de texture suivantes sont plus particulièrement à l'étude :

$$\text{Angular Second Moment (ASM)} = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} |i - j|$$

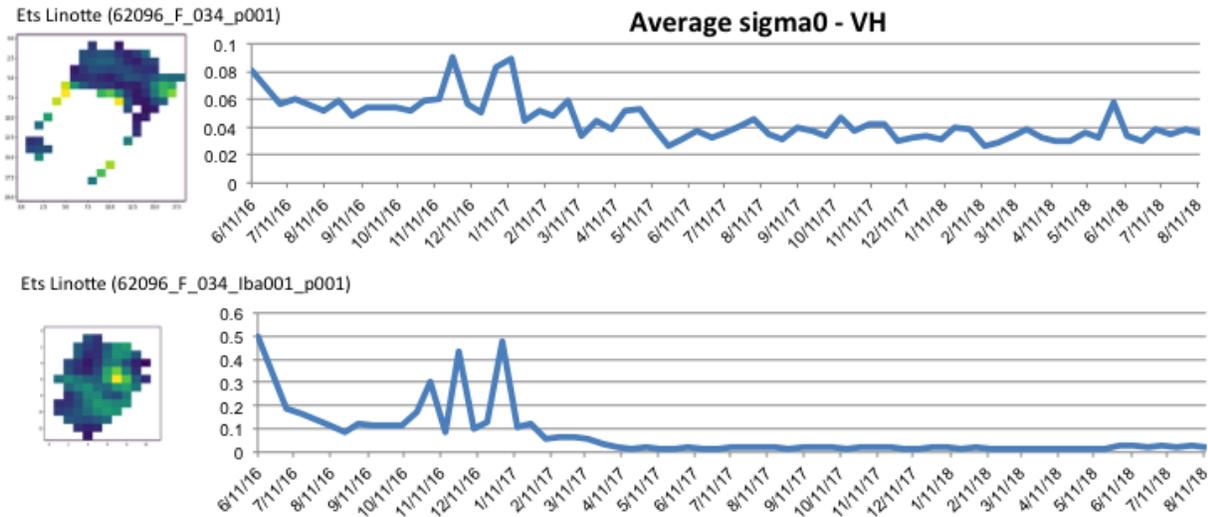
$$\text{Dissimilarity (DIS)} = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} |i - j|$$

$$\text{Homogeneity (HOM)} = \sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1 + (i - j)^2}$$

$$\text{Correlation (COR)} = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \left[\frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)}{\sigma_i \sigma_j} \right]$$

où i est le numéro de ligne et j le numéro de colonne du GLCM, N est le nombre de lignes/colonnes, $P_{(i,j)}$ est la valeur de probabilité enregistrée pour la cellule i,j , et enfin μ et σ sont respectivement la moyenne et la variance du GLCM.

Comme discuté lors de la réunion du Comité d'accompagnement (voir section 5.3), nous avons également intégré les informations de l'inventaire des bâtiments (IBA) dans le shapefile original des SAR. Ceci a pour conséquence de mener à l'augmentation du nombre de polygones à traiter (pour la sélection initiale de 22 sites de test, le nombre total de polygones est passé à 94), mais nous espérons que cela améliorera la détection des changements de type "construction/démolition" des bâtiments. L'analyse est actuellement toujours en cours, mais des premiers résultats encourageants sont déjà disponibles. Si nous prenons par exemple le site Ets Linotte, qui est maintenant composé de deux polygones (62096_F_034_p001 et 62096_F_034_lba001_p001), nous pouvons remarquer qu'il est possible d'observer différents types de changements au sein d'un même site, comme indiqué ci-dessous.



Sentinel-2

Le traitement des données Sentinel-2 (S2), pour déterminer la meilleure façon de détecter les points de changement, a dans un premier temps été effectué manuellement étant donné que l'intégration directe dans Terrascope nécessite un travail de préparation non négligeable.

Pour les 2 zones des sites de test, le nombre d'images (sans nuages) prises en compte lors de ce travail manuel est de :

- Tuile UER: 12 images entre le 08/09/2016 et le 02/07/2018
- Tuile UFS: 15 images entre le 20/07/2016 et le 02/07/2018

Ces dates sont basées sur les campagnes d'ortho-photos choisies pour représenter l'évolution générale des sites.

Comme pour S1, la phase initiale a consisté à traiter le shapefile SAR, fourni par la région wallonne, afin d'étudier le comportement des sites en termes d'indices. Les premiers tests ont été effectués avec les indices suivants :

- Normalized Difference Vegetation Index

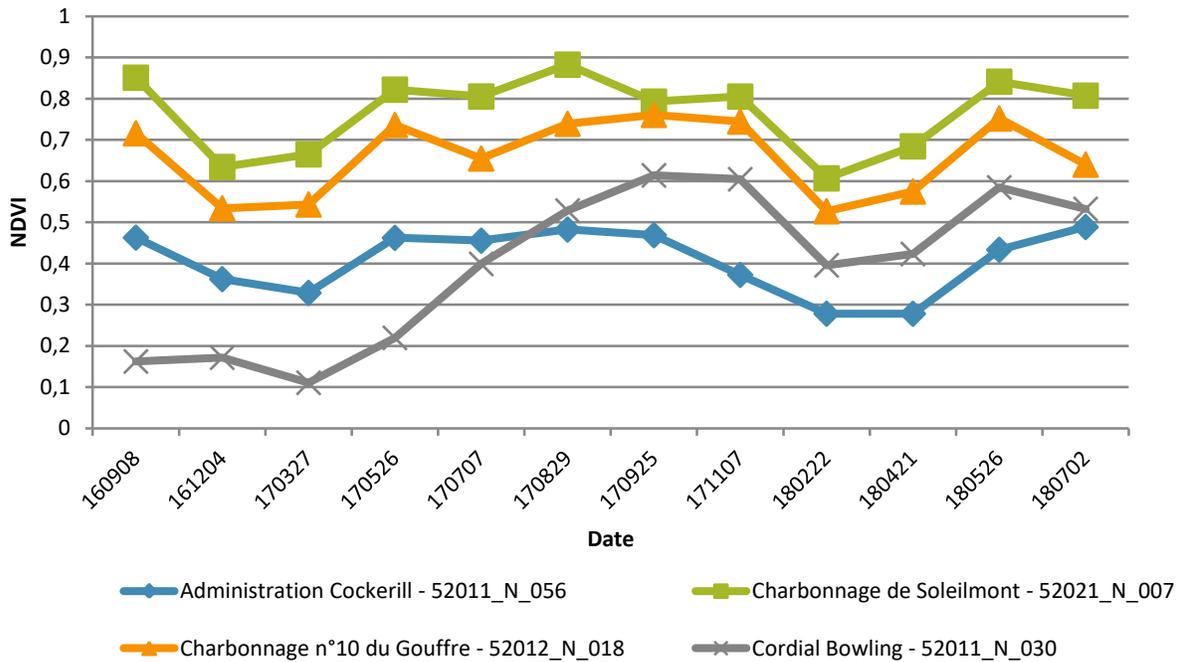
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

- Normalized Difference Built-Up Index

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

Pour chaque polygone, les valeurs moyennes des différents indices testés ont été extraites et utilisées pour générer des profils temporels.

Les profils temporels du NDVI moyens par site, pour 3 sites sans changement et un site avec changement, sont fournis ci-dessous à titre d'exemple :



Nous pouvons voir sur ce graphique que le Cordial Bowling a une augmentation du NDVI qui est différente de la variation saisonnière de la végétation. Ceci est confirmé par les ortho-photos 2016 et 2018.



AOP 2016



AOP 2018

La même analyse a été effectuée pour l'indice NDBI. Le profil temporel des Ets Linotte confirme d'une part le changement détecté par S1, et d'autre part, qu'il s'agit d'une démolition de bâtiment.

Ets Linotte - 62096_F_034



AOP 2016



AOP 2018

Après cette phase initiale, il a été décidé de poursuivre l'analyse de S2 directement dans Terrascope en se concentrant d'abord sur l'automatisation du traitement des données afin de permettre de réduire le temps nécessaire à l'analyse de la détection des changements. En effet, cela nous permettra de tester directement tout indice pertinent ou méthode de détection des changements ainsi que tout type de segmentation. Le travail effectué directement dans Terrascope est présenté ci-dessous dans cette même section (WP3).

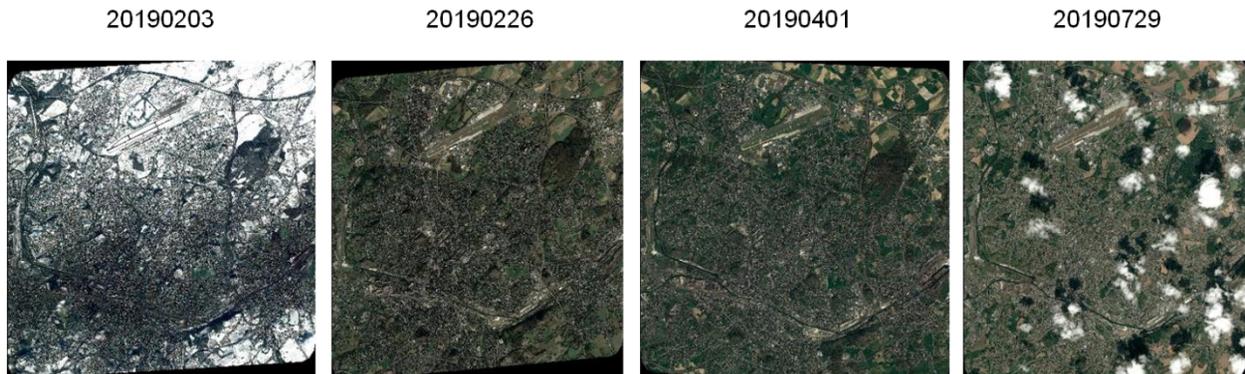
WP3: VALIDATION ET INTÉGRATION DANS LA PLATEFORME

Évaluation des performances

– Images Pléiades

Comme expliqué dans la section suivante, les images Pléiades seront utilisées pour la validation de l'outil. Initialement, il a été prévu d'acquérir une image par mois pendant 2 ans sur deux zones de 100km² : une à Liège et une autre à Charleroi. Cependant, pour la première année, au lieu de 12 images par zone, nous n'en n'avons reçu que 8 pour la région de Charleroi et 10 pour Liège. De plus, certaines

images ne sont en pratique que peu exploitables en raison de la présence de neige ou de nuages éparses, comme l'illustre la figure ci-dessous.



Pour ces raisons, nous avons demandé à BELSPO, en septembre 2019, de pouvoir accéder à 7 images d'archives. Ces images ont été reçues en mars 2020.

De plus, nous avons également demandé et obtenu l'autorisation de commander les images supplémentaires suivantes :

- une zone de 100 km² centrée sur La Louvière, où se situe 55 SAR, pour un montant de 2.160 EUR. Cette nouvelle commande vise à augmenter le nombre de sites, et le type de SAR, dans le cadre des futures phases de validation ;
- Des images, pour un montant d'environ 600 EUR, au printemps et en automne sur la région liégeoise plus étendue. Ceci a pour but de mieux définir les périodes végétatives, notamment pour certaines plantes envahissantes (telles que la renouée japonaise, *Fallopia japonica*) présentes sur plusieurs SAR.

– *Fiches terrain*

Afin de vérifier les résultats de la détection des changements par télédétection, des fiches de terrain ont été mises en place. Le but est de permettre de comparer les résultats issus de l'observation de la terre avec la réalité sur site.

Tout d'abord, une fiche type a été créée en collaboration avec le personnel de terrain de la DAOV. Cette fiche comprend différentes sections préremplies, comme les informations administratives, et des sections à remplir sur le terrain en mettant l'accent sur les changements qui pourraient être détectés par télédétection, et sur leurs visibilité sur les sites en tant que tels.

Ensuite, les fiches ont été préremplies pour les 20 sites tests utilisés dans le WP2. Pour chaque site, les images des campagnes d'ortho-photos 2016 et 2018 ainsi que les dernières données de Sentinel-2 ont également été fournies. L'image ci-dessous montre l'exemple du parking Jonfosse (62063_F_002).

SARSAR – Questionnaire Terrain

SAR

Code ISA (index) 62063_F_002
 Superficie 0,27 hectares
 Nom du site Parking Jonfosse
 Adresse postale principale Rue Jonfosse 43
 Commune Liège




Informations à remplir

Date de la visite (JJ/MM/AAAA) : _____ Nom de l'enquêteur : _____

Courte Description du site (terrain, bâtiments, travaux...): _____

Visibilité : TOTALE PARTIELLE NULLE Accessibilité : TOTALE PARTIELLE NULLE

Signes d'entretien : TOTAL PARTIEL NUL NON VISIBLE

Détails : _____

Changements

VÉGÉTATION

Changements Images Satellites	NA	Oui	Non	Non visible	Remarques
Surface enherbée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Forêt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

BÂTIMENTS

Changements Images Satellites	NA	Oui	Non	Non visible	Remarques
Unique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Multiplés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

SOL

Changements Images Satellites	NA	Oui	Non	Non visible	Remarques
Sol nu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Revêtement artificiel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Plan d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Remarques

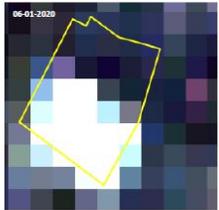
Photos

DAOV ENTOURER SUR LES IMAGES LES ZONES:

- VISIBLES
- AVEC CHANGEMENTS







Page 1 sur 2
Page 2 sur 2

Le personnel de terrain de la DAOV a effectué les visites sur le terrain et a renvoyé à l'ISSEP les fiches remplies.

Service d'Observation de la Terre pour le suivi dynamique des sites à réaménager

– Terrascope

L'un des principaux résultats du projet est la (les) routine(s) en tant que telle(s). Ces routines seront implémentées sur Terrascope qui est le Collaborative Ground Segment belge pour les missions Sentinel. Il permet d'accéder aux données, aux produits dérivés, au service web et à la capacité de traitement par le biais de machines virtuelles. Cela permettra d'automatiser les processus en lisant le catalogue de Terrascope ainsi que le shapefile des SAR afin d'extraire des caractéristiques, générer des profils temporels et des points de changement et enfin créer un fichier de sortie .csv ou .txt. Nous travaillons actuellement sur le traitement des images Sentinel-1 et Sentinel-2 sur le serveur Terrascope afin d'améliorer la méthode de détection des changements. En ce qui concerne Sentinel-2, même si certaines données post-traitées et indices sont directement présents dans Terrascope (fAPAR, fCOVER, NDVI ...), toutes les données nécessaires ne sont pas disponibles. Nous avons donc décidé de nous orienter vers l'utilisation des images Top-Of-Canopy (TOC), et d'enregistrer les pixels SAR par SAR dans une base de données indexée par date, afin que tous les indices possibles puissent être facilement calculés.

STEREO III

ACTIVITY REPORT

PAGE 13 OF 22
LAST MODIFIED: 19/05/2020

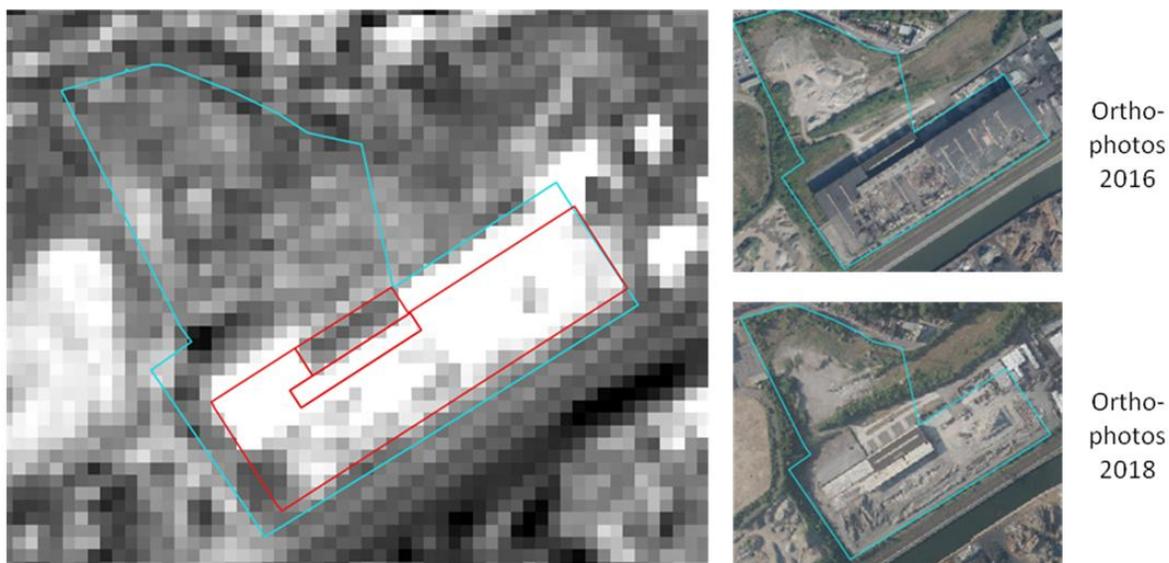
3.2 PLAN DE TRAVAIL POUR L'ANNÉE PROCHAINE

Comme nous l'avons déjà mentionné, le plan initial du projet a été perturbé à la suite de l'épidémie de Covid-19. Un certain retard est donc à prévoir pour les produits livrables ainsi que pour la date de fin du projet. Ceci aura également une incidence sur la date de la prochaine réunion du Comité d'accompagnement. Dans la situation actuelle, nous prévoyons d'organiser une réunion en face à face au début de 2021. Toutefois, en fonction de l'évolution de la situation sanitaire, la réunion pourrait être reportée à nouveau ou se dérouler par vidéoconférence.

WP2: SUIVI DYNAMIQUES DES SITES Á RÉAMÉNAGER

Comme indiqué dans la section ci-dessus (3.1 - WP2), l'inventaire des bâtiments (IBA) est actuellement testé et les premiers résultats indiquent une amélioration de la détection des changements. D'autres tests seront mis en place pour déterminer tous les avantages de ce type de segmentation.

Nous avons également commencé à étudier d'autres types de segmentation, comme mentionné au point 5.3. La figure ci-dessous montre un exemple de ce qui a pourrait être détecté : le "Projet Informatique de Cartographie Continue" (PICC) est utilisé comme base de segmentation (en rouge dans la figure), combiné avec la différence de l'indice BI2 sur les images S2 entre 2016 et 2018. Les ortho-photos confirment clairement la destruction de certains bâtiments, représentés en blanc sur la composition S2.



L'année prochaine, si nécessaire, nous comparerons également ces méthodes à celles de détection de changements par pixel ou via une grille régulière, en suivant les recommandations du Comité d'accompagnement.

En ce qui concerne S1, nous commencerons à utiliser, comme données de base, les images de cohérence dérivées des produits SLC, celles-ci ayant récemment été ajoutées au catalogue Terrascope

(bien que la version soit encore non officielle). Ceci devrait nous permettre de mieux distinguer les différents types de changements dans les SAR.

Enfin, nous nous concentrerons sur la fusion des résultats de détection des changements des données S1 et S2.

WP3: VALIDATION ET INTÉGRATION DANS LA PLATEFORME

Évaluation des performances

- *Images Pléiades*

Toutes les images de Pléiades, aussi bien les acquisitions mensuelles, les archives sur Liège et Charleroi ainsi que les demandes supplémentaires, seront utilisées ultérieurement dans le projet lorsque la phase de validation des premiers résultats du traitement des images S1 et S2 sera lancée.

- *Fiches terrain*

Le plan de travail pour l'année prochaine consiste à analyser les résultats de la comparaison visite de terrain, effectuée avec les fiches, vs télédétection.

- *Projet SAR*

En ce qui concerne le projet SAR (mentionné dans la section 3.1 WP1 et détaillé dans la section 4.3), le travail de l'année prochaine sera divisé en deux axes. Le premier est la comparaison et la validation des résultats du suivi dynamique des SAR avec la mise à jour de l'inventaire sur base des ortho-photos 2016-2018, déjà disponible. Le deuxième axe est le renforcement des résultats de la détection de changements avec la comparaison de l'analyse des ortho-photos de 2019, sachant que les travaux sur ces ortho-photos auront lieu plus tard en 2020.

- *Informations des communes*

Comme proposé par le Comité d'accompagnement, nous contacterons les communes afin de recevoir le plus d'information possible sur la chronologie et l'historique des changements au niveau des SAR se trouvant sur leur territoire. La DAOV et l'ISSeP travaillent actuellement à l'identification des contacts les plus appropriés et à la meilleure façon de demander ces informations, tout en gardant à l'esprit que les communes elles-mêmes ne sont pas toujours au courant des changements qui ont lieu sur les sites.

Service d'Observation de la Terre pour le suivi dynamique des sites à réaménager

- *Terrascope*

Une des prochaines étapes dans Terrascope sera d'inclure le masque neige présent dans les données Tiff SCENECLASSIFICATION.

Une fois que nous disposerons de la base de données SQLite, nous pourrons alors calculer automatiquement tous les indices possibles, et ce à une vitesse acceptable, et extraire des graphiques représentant les profils temporels ainsi que le point de changement.

Une fois que l'automatisation du traitement des données S2 sera achevée, nous nous concentrerons sur l'automatisation de la fusion S1 et S2. Pour terminer, nous mettrons en place le rapport final qui permettra à la DAOV de hiérarchiser son travail d'investigation de terrain.

WP4: TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

Ce work package sera mis en place une fois l'automatisation de Terrascope finalisée.

WP5: COMMUNICATION ET DIFFUSION

Le projet a été présenté pour la première fois au GT-COWal en novembre 2019. Le projet a également été présenté au BEODay 2019, au Forum URSI Benelux 2019 et à la série de conférences CISS 2020. L'année prochaine, il est prévu de développer la communication et la diffusion liées au projet.

4 ACTIVITÉS DE COMMUNICATION ET DIFFUSION

4.1 MISSIONS DIVERSES : SÉJOURS DANS LES ORGANISATION DE PARTENAIRES, RÉUNIONS, CONFÉRENCES, ...²

Personnel : Stasolla Mattia, Xavier Neyt

Mission : “The Sarsar Project: Detecting Changes by means of the Copernicus Sentinels”, présentation au 28th Forum URSI Benelux 2019, Bruxelles, Belgique.

Date : Décembre 2019

Personnel : Sophie Petit

Mission : “The potential of SAR and OPTICAL Sentinel images for the automatic monitoring of redevelopment sites”, présentation au BEODay 2019, Kluisbergen, Belgique.

Date : Novembre 2019

Personnel : Sophie Petit

Mission : “The Potential of SAR and OPTICAL Sentinel Images for the Automatic Monitoring of Redevelopment Sites”, Poster au EARSeL joint workshop, Liège, Belgique.

² Par membre de l'équipe du projet

Date : Mai 2020, mais postposé suite au Covid-19

4.2 PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉS³

N/A

SOUMIS

N/A

EN COURS

N/A

4.3 COLLABORATION AVEC D'AUTRES PROJETS

SARSAR est étroitement lié au projet SAR, qui est une collaboration entre la DAOV et l'ISSeP pour la mise à jour de l'inventaire SAR en utilisant une méthodologie de photo-interprétation. En effet, depuis 2018, l'ISSeP met en place une base de données "vérité de terrain" de l'état des SAR en analysant les dernières campagnes d'ortho-photos (2012-13, 2014 et 2016). Début 2020, l'analyse de la campagne 2018 a été finalisée.

Fin 2018, une publication conjointe de la Commission européenne, de Nereus et de l'ESA présentait 99 exemples de réussites issues de différentes régions d'Europe. Dans ce cadre, un article sur la mise à jour de l'inventaire SAR a été publié, mettant en lumière les différents travaux précurseurs du projet SARSAR. Cette publication est disponible à l'adresse suivante :

http://esamultimedia.esa.int/docs/EarthObservation/copernicus4regions_2018.pdf

En 2019, une vidéo présentée par M. Christophe Rasumny (agent administratif au Service public wallon de l'Aménagement du territoire, du Logement, du Patrimoine et de l'Energie) et le Dr Eric Hallot (chef de la Cellule Télédétection et Géodonnées à l'Institut Scientifique de Service Public) a expliqué comment les données Sentinel-2 sont utilisées pour suivre l'évolution des friches industrielles en Wallonie. Le futur projet SARSAR est mentionné à travers la collaboration avec l'École Royale Militaire. La vidéo, disponible en anglais et en français, peut être consultée à cette adresse :

<http://www.nereus-regions.eu/copernicu4sregions/videos/wallonia/>

4.4 AUTRES TYPES DE DIFFUSIONS

PRESSE

N/A

³ Référence bibliographique complète, doi inclus

MEDIAS SOCIAUX

N/A

PHD

N/A

AUTRE (PRIX, CONFÉRENCIER INVITÉ, WEBINAIRE, ...)

- Stasolla Mattia, “Exploiting the Copernicus Sentinels for the Automatic Monitoring of Redevelopment Sites”, présentation série de conférences CISS 2020, École Royale Militaire, Février 2020, Bruxelles, Belgique.
- Petit Sophie, “Exploitation des données de télédétection (Optiques et Radar) pour la surveillance automatique de sites d’intérêts. Cas des Sites À Réaménager (SAR)”, présentation au GT-COWal, Novembre 2019, Namur, Belgique.

5 COMITÉ D’ACCOMPAGNEMENT

5.1 COMPOSITION / CHANGEMENTS DANS LA COMPOSITION

Fabio DELL’ACQUA (University of Pavia, IT)

Jan HAAS (Karlstad University, SE)

Florence TUPIN (Telecom Paris, FR)

5.2 RAPPORT DU COMITÉ D’ACCOMPAGNEMENT

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Il s'agit d'un projet intéressant, bien organisé, avec une approche méthodologique solide et bien pensée, qui combine l'imagerie optique et SAR pour le suivi des sites à réaménager.

Les critiques formulées par les examinateurs de la proposition initiale de projet ont été traitées de manière satisfaisante, notamment en ce qui concerne la méthodologie et les préoccupations relatives à la résolution spatiale des images Sentinel.

Le projet devrait aboutir à des résultats qui seront profitables à l'administration wallonne et qui dépasseront probablement les attentes.

RECOMMANDATIONS POUR LA DETECTION DE CHANGEMENTS

1. L'impact négatif éventuel du calcul de la moyenne des informations sur l'entièreté d'un site devrait être étudié en utilisant des images satellites archivées, en particulier des images SAR, et

en vérifiant si tous les changements ont été pris en compte par la méthodologie proposée. Une alternative au calcul de la moyenne des informations pourrait consister à examiner les caractéristiques extraites sur une base de pixels ou à segmenter les sites d'intérêt.

2. Pour le moment, les données Sentinel-1 et Sentinel-2 obtenues par TERRASCOPE ne sont pas recalées entre elles, ce qui pourrait poser des problèmes pour une comparaison basée sur les pixels. La vectorisation des données de télédétection peut offrir une solution à ce problème. Afin d'éviter de créer une moyenne des valeurs des pixels sur tout le polygone de chaque SAR, la création d'un réseau de points vectoriels à distance égale (par exemple, selon l'espacement des pixels ou la résolution spatiale de la trame) à l'intérieur des polygones SAR pourrait être mise en place. L'extraction des valeurs de pixels qui correspondent à l'emplacement spatial des points donnerait des ensembles individuels de caractéristiques (un ensemble de caractéristiques par point contenant à la fois des caractéristiques S1 et S2) plutôt qu'un seul ensemble moyenné par polygone. Ces ensembles d'éléments pourraient alors être introduits dans la détection de changements selon la méthodologie proposée. Cela permettrait d'observer les changements par pixel mais aurait l'inconvénient d'augmenter le volume de données et, sans doute, les performances de traitement.
3. La méthodologie devrait permettre de détecter les différents types de changements. Une enquête approfondie sur la détection des changements progressifs est nécessaire. Dans le but d'établir une chronologie et un historique des changements, il peut être pertinent de contacter les communes où se trouvent les sites d'étude afin d'obtenir de plus amples informations. Ces données pourront être utilisées non seulement à des fins de validation, mais aussi pour affiner l'algorithme.

FICHES DE CHANGEMENTS

Les fiches finales de changement, qui seront envoyées à l'administration, devront contenir pour chaque site une photo avant et après, ceci afin d'aider l'administration à décider si le changement signalé est pertinent ou pas.

5.3 RÉPONSE AU COMITÉ D'ACCOMPAGNEMENT

1. Nous sommes tout à fait d'accord sur le fait qu'en calculant des moyennes sur l'ensemble d'un SAR, nous réduirons probablement notre capacité à détecter les changements, en particulier dans le cas de très grands sites. Pour surmonter ce problème, nous prévoyons de diviser les polygones des SAR actuels en des polygones plus petits basés sur 3 sources supplémentaires différentes. Nous évaluerons ensuite quelle source offrirait le meilleur compromis entre précision et coût de calcul.

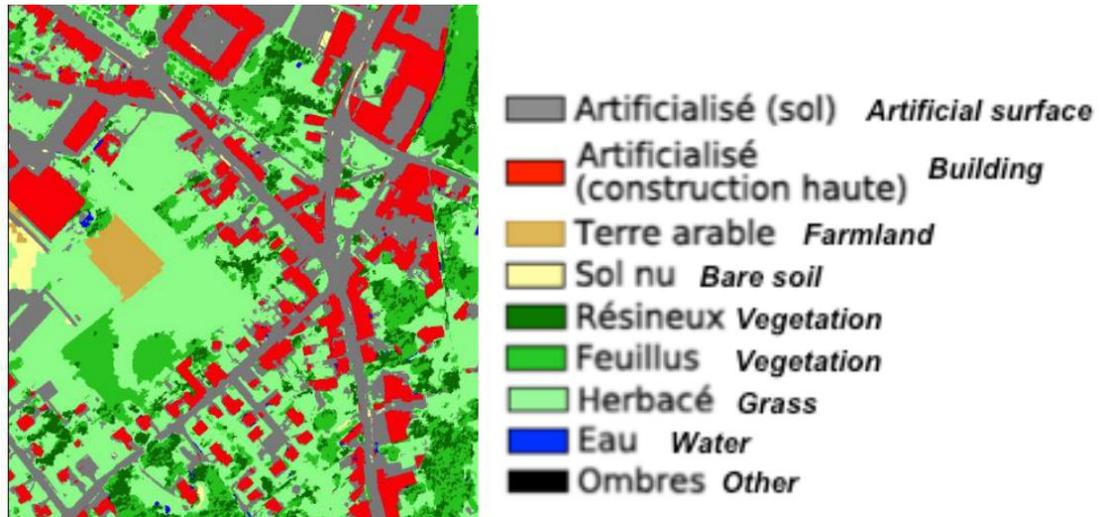
- a. IBA : outre le périmètre extérieur des SAR, nous utiliserons les informations des bâtiments (IBA) également fournies dans l'inventaire actuel. Nous appliquerons ainsi la méthode de détection des changements aux objets appartenant aux classes "Bâtiment" et "Autres". Un exemple du nouveau shapefile SAR est fourni dans l'image à droite. Au lieu du polygone SAR original (en cyan), le site sera composé de 3 objets distincts : 2 bâtiments (en noir) et 1 "autre" (SAR \ IBA).



- b. *PICC* : la deuxième source sera le Projet Informatique de Cartographie Continue (*PICC*), qui contient non seulement les polygones des bâtiments, mais aussi les objets appartenant à la classe "Végétation" (arbres, non herbe). Un exemple est fourni ci-dessous, où le nouveau shapefile SAR (à l'origine un seul polygone souligné en rouge) sera composé de divers objets de la classe "Bâtiment" (en orange + lilas), 5 objets de la classe "Végétation", et le reste de la classe "Autres".



- c. **WALOUS** : le dernier test sera effectué sur la segmentation obtenue via WALOUS (WALLonie Occupation et Utilisation du Sol). Celle-ci fournit un certain nombre de classes INSPIRE qui, pour nos besoins, seront fusionnées en "Surface artificielle", "Bâtiment", "Terres agricoles", "Sol nu", "Végétation", "Herbe" et "Eau". Tout le reste tomberait dans la classe "Autres". Ci-dessous, un exemple de segmentation avec 9 classes (qui seront éventuellement fusionnées en 8).



Pour les trois types de segmentations, les petits objets seront soit retirés (s'ils sont isolés), soit connectés à des objets adjacents de la même classe.

- Si aucune des solutions proposées au point 1 ne s'avère efficace, nous envisagerons la mise en place d'une détection des changements basés sur les pixels. Afin d'atténuer un éventuel décalage entre les différentes images, nous appliquerons une étape de regroupement où chaque pixel serait marqué comme "modifié" si pour la majorité des pixels de son voisinage (par exemple dans une fenêtre 3x3), un changement a été détecté. Toutefois, le temps de calcul restera un aspect important à prendre en considération pour décider si cette solution peut être effectivement mise en œuvre.
- Bien que cela soit très utile, dans les faits il est assez difficile d'obtenir des informations auprès des communes. En effet, bien souvent, celles-ci ne sont elles-mêmes pas au courant des changements qui ont pu survenir sur les sites présents sur leur territoire. L'un des objectifs du projet SARSAR est précisément d'apporter une solution partielle au manque de communication entre les différents acteurs impliqués dans la gestion des SAR. Cependant, pour quelques SAR, le Service public de Wallonie et l'ISSeP peuvent fournir des informations complémentaires qui nous aideraient à mieux comprendre leur évolution dans le temps. Comme discuté lors de la réunion du comité d'accompagnement, nous examinerons également les archives des images Pléiade dans le but de voir si une évaluation plus détaillée des changements peut être réalisée.
- Lors d'une récente réunion, les utilisateurs ont réitéré leur demande de recevoir un simple fichier txt. Cependant, nous pourrions bien sûr également fournir une carte visuelle des changements, si demandé. Nous vérifierons avec les utilisateurs si cela peut les intéresser.

6 ILLUSTRATIONS⁴

N/A

7 INFORMATION SUPPLÉMENTAIRE⁵

Le document « Exigences des utilisateurs » (D1.1.) a été finalisé et est disponible.

⁴ En pièce jointe ou lien ftp ; photographies haute résolution des collaborateurs, campagnes de terrain, graphiques et cartes

⁵ Documents publiés et en cours, méthodologie détaillée, rapports ...