

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Rapport global
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage
Référence	SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_global.docx
Version	1
Date	31/08/2021
Auteur	GTi
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	01/06/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)
2	31/08/2021	Adaptation finale	GTI

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Table des matières

1. BLOC1: INTRODUCTION	12
2. GENERALITES	12
2.1. CANEVAS DE REFERENCE	12
2.2. RESOLUTION AU SOL	12
2.3. ZONES MILITAIRES ET NUCLÉAIRES SENSIBLES	12
3. STEREOPREPARATION	14
3.1. GENERALITES ET LISTES DES POINTS UTILISES	14
3.2. VUE D'ENSEMBLE DE LA REPARTITION DES POINTS D'APPUI	14
4. AEROTRIANGULATION	15
4.1. METHODE GENERALE	15
4.2. RESULTAT	15
4.2.1 AJUSTEMENT FINAL	15
4.2.2 EVALUATION DE LA CLASSE DE PRECISION	17
5. DESCRIPTION DE L'ORTHORECTIFICATION ET DU MOSAÏQUAGE	18
5.1. EXPLOITATION DES PRISES DE VUE ET DES ORIENTATIONS LIVREES	18
5.2. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	18
5.3. ORTHORECTIFICATION ET MOSAÏQUAGE	18
5.4. CONTROLE DE QUALITE ET CORRECTIONS	18
5.5. REGLAGE DE LA RADIOMETRIE	19
6. LIVRAISON	21

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

6.1. IMAGES LV3	21
6.2. ORTHOPHOTOS TUILÉES 2x2 KM² À 25 CM	21
6.3. METADONNEES « TUILAGE »	21
6.4. METADONNEES « MAILLAGE »	22
6.5. RAPPORT	22
<u>7. BLOC2: INTRODUCTION</u>	<u>25</u>
<u>8. GENERALITES</u>	<u>25</u>
8.1. CANEVAS DE REFERENCE	25
8.2. RESOLUTION AU SOL	25
8.3. ZONES MILITAIRES ET NUCLÉAIRES SENSIBLES	25
<u>9. STEREOPREPARATION</u>	<u>27</u>
9.1. GENERALITES ET LISTES DES POINTS UTILISES	27
9.2. VUE D'ENSEMBLE DE LA REPARTITION DES POINTS D'APPUI	27
<u>10. AEROTRIANGULATION</u>	<u>28</u>
10.1. METHODE GENERALE	28
10.2. RESULTAT	28
10.2.1 AJUSTEMENT FINAL	28
10.2.2 EVALUATION DE LA CLASSE DE PRECISION	30
<u>11. DESCRIPTION DE L'ORTHORECTIFICATION ET DU MOSAÏQUAGE</u>	<u>31</u>
11.1. EXPLOITATION DES PRISES DE VUE ET DES ORIENTATIONS LIVREES	31
11.2. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	31
11.3. ORTHORECTIFICATION ET MOSAÏQUAGE	31
11.4. CONTROLE DE QUALITE ET CORRECTIONS	32
11.5. REGLAGE DE LA RADIOMETRIE	32
<u>12. LIVRAISON</u>	<u>34</u>

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

12.1. IMAGES LV3	34
12.2. ORTHOPHOTOS TUILÉES 2x2 KM² À 25 CM	34
12.3. METADONNEES « TUILAGE »	34
12.4. METADONNEES « MAILLAGE »	35
12.5. RAPPORT	35
<u>13. BLOC3: INTRODUCTION</u>	<u>38</u>
<u>14. GENERALITES</u>	<u>38</u>
14.1. CANEVAS DE REFERENCE	38
14.2. RESOLUTION AU SOL	38
14.3. ZONES MILITAIRES ET NUCLÉAIRES SENSIBLES	38
<u>15. STEREOPREPARATION</u>	<u>40</u>
15.1. GENERALITES ET LISTES DES POINTS UTILISES	40
15.2. VUE D'ENSEMBLE DE LA REPARTITION DES POINTS D'APPUI	40
<u>16. AEROTRIANGULATION</u>	<u>41</u>
16.1. METHODE GENERALE	41
16.2. RESULTAT	41
16.2.1 AJUSTEMENT FINAL	41
16.2.2 EVALUATION DE LA CLASSE DE PRECISION	43
<u>17. DESCRIPTION DE L'ORTHORECTIFICATION ET DU MOSAÏQUAGE</u>	<u>44</u>
17.1. EXPLOITATION DES PRISES DE VUE ET DES ORIENTATIONS LIVREES	44
17.2. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	44
17.3. ORTHORECTIFICATION ET MOSAÏQUAGE	44
17.4. CONTROLE DE QUALITE ET CORRECTIONS	44
17.5. REGLAGE DE LA RADIOMETRIE	45
<u>18. LIVRAISON</u>	<u>47</u>

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service publique de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

18.1. IMAGES LV3	47
18.2. ORTHOPHOTOS TUILÉES 2x2 KM² À 25 CM	47
18.3. METADONNEES « TUILAGE »	47
18.4. METADONNEES « MAILLAGE »	48
18.5. RAPPORT	48
<u>19. BLOC4: INTRODUCTION</u>	<u>50</u>
<u>20. GENERALITES</u>	<u>50</u>
20.1. CANEVAS DE REFERENCE	50
20.2. RESOLUTION AU SOL	50
20.3. ZONES MILITAIRES	50
<u>21. STEREOPREPARATION</u>	<u>52</u>
21.1. GENERALITES ET LISTES DES POINTS UTILISES	52
21.2. VUE D'ENSEMBLE DE LA REPARTITION DES POINTS D'APPUI	52
<u>22. AEROTRIANGULATION</u>	<u>53</u>
22.1. METHODE GENERALE	53
22.2. RESULTAT	53
22.2.1 AJUSTEMENT FINAL	53
22.2.2 EVALUATION DE LA CLASSE DE PRECISION	55
<u>23. DESCRIPTION DE L'ORTHORECTIFICATION ET DU MOSAÏQUAGE</u>	<u>57</u>
23.1. EXPLOITATION DES PRISES DE VUE ET DES ORIENTATIONS LIVREES	57
23.2. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	57
23.3. ORTHORECTIFICATION ET MOSAÏQUAGE	57
23.4. CONTROLE DE QUALITE ET CORRECTIONS	57
23.5. REGLAGE DE LA RADIOMETRIE	58
<u>24. LIVRAISON</u>	<u>59</u>

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service publique de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

24.1. IMAGES LV3	59
24.2. ORTHOPHOTOS TUILÉES 2x2 KM² À 25 CM	59
24.3. METADONNEES « TUILAGE »	59
24.4. METADONNEES « MAILLAGE »	60
24.5. RAPPORT	60
<u>25. BLOC5: INTRODUCTION</u>	<u>62</u>
<u>26. GENERALITES</u>	<u>62</u>
26.1. CANEVAS DE REFERENCE	62
26.2. RESOLUTION AU SOL	62
26.3. ZONES MILITAIRES ET NUCLÉAIRES SENSIBLES	62
<u>27. STEREOPREPARATION</u>	<u>64</u>
27.1. GENERALITES ET LISTES DES POINTS UTILISES	64
27.2. VUE D'ENSEMBLE DE LA REPARTITION DES POINTS D'APPUI	64
<u>28. AEROTRIANGULATION</u>	<u>65</u>
28.1. METHODE GENERALE	65
28.2. RESULTAT	65
28.2.1 AJUSTEMENT FINAL	65
28.2.2 EVALUATION DE LA CLASSE DE PRECISION	67
<u>29. DESCRIPTION DE L'ORTHORECTIFICATION ET DU MOSAÏQUAGE</u>	<u>68</u>
29.1. EXPLOITATION DES PRISES DE VUE ET DES ORIENTATIONS LIVREES	68
29.2. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	68
29.3. ORTHORECTIFICATION ET MOSAÏQUAGE	68
29.4. CONTROLE DE QUALITE ET CORRECTIONS	68
29.5. REGLAGE DE LA RADIOMETRIE	69
<u>30. LIVRAISON</u>	<u>71</u>

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service publique de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

30.1. IMAGES LV3	71
30.2. ORTHOPHOTOS TUILÉES 2x2 KM² À 25 CM	71
30.3. METADONNEES « TUILAGE »	71
30.4. METADONNEES « MAILLAGE »	72
30.5. RAPPORT	72
<u>31. BLOC6: INTRODUCTION</u>	<u>74</u>
<u>32. GÉNÉRALITÉS</u>	<u>74</u>
32.1. CANEVAS DE RÉFÉRENCE	74
32.2. RÉOLUTION AU SOL	74
32.3. ZONES MILITAIRES ET NUCLÉAIRES SENSIBLES	74
<u>33. STÉRÉOPRÉPARATION</u>	<u>76</u>
33.1. GÉNÉRALITÉS ET LISTES DES POINTS UTILISÉS	76
33.2. VUE D'ENSEMBLE DE LA RÉPARTITION DES POINTS D'APPUI	76
<u>34. AÉROTRIANGULATION</u>	<u>77</u>
34.1. MÉTHODE GÉNÉRALE	77
34.2. RÉSULTAT	77
34.2.1 AJUSTEMENT FINAL	77
34.2.2 ÉVALUATION DE LA CLASSE DE PRÉCISION	79
<u>35. DESCRIPTION DE L'ORTHORECTIFICATION ET DU MOSAÏQUAGE</u>	<u>80</u>
35.1. EXPLOITATION DES PRISES DE VUE ET DES ORIENTATIONS LIVRÉES	80
35.2. MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN	80
35.3. ORTHORECTIFICATION ET MOSAÏQUAGE	80
35.4. CONTRÔLE DE QUALITÉ ET CORRECTIONS	81
35.5. RÉGLAGE DE LA RADIOMÉTRIE	81
<u>36. LIVRAISON</u>	<u>83</u>

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

36.1. IMAGES LV3	83
36.2. ORTHOPHOTOS TUILÉES 2x2 KM² À 25 CM	83
36.3. MÉTADONNÉES « TUILAGE »	83
36.4. MÉTADONNÉES « MAILLAGE »	84
36.5. RAPPORT	84
<u>37. BLOC7: INTRODUCTION</u>	86
<u>38. GENERALITES</u>	86
38.1. CANEVAS DE REFERENCE	86
38.2. RESOLUTION AU SOL	86
38.3. ZONES MILITAIRES	86
<u>39. STEREOPREPARATION</u>	88
39.1. GENERALITES ET LISTES DES POINTS UTILISES	88
39.2. VUE D'ENSEMBLE DE LA REPARTITION DES POINTS D'APPUI	88
<u>40. AEROTRIANGULATION</u>	89
40.1. METHODE GENERALE	89
40.2. RESULTAT	89
40.2.1 AJUSTEMENT FINAL	89
40.2.2 EVALUATION DE LA CLASSE DE PRECISION	91
<u>41. DESCRIPTION DE L'ORTHORECTIFICATION ET DU MOSAÏQUAGE</u>	93
41.1. EXPLOITATION DES PRISES DE VUE ET DES ORIENTATIONS LIVREES	93
41.2. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	93
41.3. ORTHORECTIFICATION ET MOSAÏQUAGE	93
41.4. CONTROLE DE QUALITE ET CORRECTIONS	93
41.5. REGLAGE DE LA RADIOMETRIE	94
<u>42. LIVRAISON</u>	95

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

42.1. IMAGES LV3	95
42.2. ORTHOPHOTOS TUILÉES 2x2 KM² À 25 CM	95
42.3. METADONNEES « TUILAGE »	95
42.4. METADONNEES « MAILLAGE »	96
42.5. RAPPORT	96
<u>43. BLOC8: INTRODUCTION</u>	<u>98</u>
<u>44. GENERALITES</u>	<u>98</u>
44.1. CANEVAS DE REFERENCE	98
44.2. RESOLUTION AU SOL	98
44.3. ZONES MILITAIRES	98
<u>45. STEREOPREPARATION</u>	<u>100</u>
45.1. GENERALITES ET LISTES DES POINTS UTILISES	100
45.2. VUE D'ENSEMBLE DE LA REPARTITION DES POINTS D'APPUI	100
<u>46. AEROTRIANGULATION</u>	<u>101</u>
46.1. METHODE GENERALE	101
46.2. RESULTAT	101
46.2.1 AJUSTEMENT FINAL	101
46.2.2 EVALUATION DE LA CLASSE DE PRECISION	103
<u>47. DESCRIPTION DE L'ORTHORECTIFICATION ET DU MOSAÏQUAGE</u>	<u>105</u>
47.1. EXPLOITATION DES PRISES DE VUE ET DES ORIENTATIONS LIVREES	105
47.2. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	105
47.3. ORTHORECTIFICATION ET MOSAÏQUAGE	105
47.4. CONTROLE DE QUALITE ET CORRECTIONS	105
47.5. REGLAGE DE LA RADIOMETRIE	106
<u>48. LIVRAISON</u>	<u>107</u>

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

48.1. IMAGES LV3	107
48.2. ORTHOPHOTOS TUILÉES 2x2 KM² À 25 CM	107
48.3. METADONNEES « TUILAGE »	107
48.4. METADONNEES « MAILLAGE »	108
48.5. RAPPORT	108

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Bloc01
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage – Bloc01
Référence	Bloc01_SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_V1.docx
Version	1
Date	01/06/2021
Auteur	AL
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	01/06/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)
2	14/06/2021	Adaptation finale	GTI

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

1. BLOC1: Introduction

Le présent rapport concerne la stéréopréparation, les clichés aériens, l'aérotriangulation, l'orthorectification, le mosaïquage et enfin le contenu de la livraison du bloc 1 pour le SPW.

Il décrit succinctement la méthode suivie, les résultats obtenus, le contenu et l'organisation de la livraison.

2. Généralités

2.1. Canevas de référence

Le canevas planimétrique de base correspond au système géodésique de référence national Lambert 72 belge. Le canevas altimétrique de base correspond au Deuxième Nivellement Général du Royaume (DNG).

Les transformations entre les références ETRS89 et Lambert 72 sont effectuées en utilisant le programme cConvert v6.01 de l'IGN.

2.2. Résolution au sol

La résolution au sol des orthophotos est de 25 cm.

2.3. Zones militaires et nucléaires sensibles

Les zones militaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 14/05/2019, et de nouveau confirmée par l'officier de sécurité de l'IGN le 10/03/2021.

Les installations nucléaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 20/05/2020.

Conformément aux nouvelles spécifications, aucune zone tampon n'a été ajoutée.

Elles ont été identifiées dans les prises de vues et la résolution y a été limitée conformément aux spécifications, par remplacement de la valeur RGB de chaque pixel par la valeur RGB « nearest neighbour » des pixels de la cellule.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

La présence des zones militaires définit le besoin de deux exemplaires pour la livraison de chaque produit :

- Un exemplaire avec les zones militaires masquées ou « image dégradée »
- Un exemplaire à pleine résolution sans masquage ou « image non dégradée »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

3. Stéréopréparation

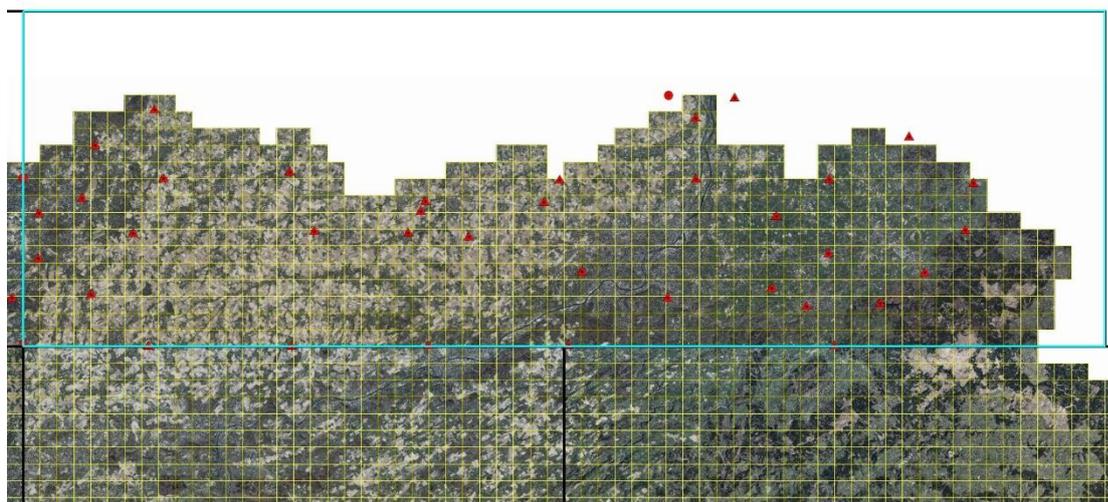
3.1. Généralités et listes des points utilisés

Les points d'appui et de contrôle utilisés pour l'aérotriangulation proviennent des anciennes missions réalisées pour l'adjudicateur sous deux fichiers Excel :

- GPS2015_spw.xls
- Wallonia_GCPs2012_2013.xlsx

3.2. Vue d'ensemble de la répartition des points d'appui

La vue suivante montre la distribution des points d'appui (rouge)



Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

4. Aérotriangulation

4.1. Méthode générale

La méthode générale utilisée pour le calage des images est décrite ci-dessous :

- Acquisition des images, avec mesure dGPS/INS durant le vol
- Détermination de la trajectoire
- Mesure des points de stéréopréparation dans toutes les images où ils sont visibles
- Détermination automatique des points de liaison par corrélation d'image
- Edition des points de liaison : enlèvement des points mal situés ; ajout de points dans certaines zones ; densification si nécessaire
- Vérification de la liaison des images et des bandes
- Détermination de paramètres de calibration (boresight) et nouvel import des données dGPS/INS, pour chaque mission
- Compensation en bloc globale supportée par les données dGPS/INS affinées
- Compensation globale avec détermination de paramètres de correction additionnels
- Compensation finale avec une définition de caméra standard et une orientation absolue distribuant au mieux les erreurs résiduelles

L'aérotriangulation a été effectuée à l'aide du programme Match-AT 5.5, de INPHO Trimble, sur une machine dotée d'un processeur quad-core. Les résultats ont été validés et affinés en utilisant le logiciel BINGO de GIP.

4.2. Résultat

4.2.1 Ajustement final

Les valeurs a priori des paramètres sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeurs a priori	Valeurs
GCP_RMSXY (m)	0.050

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

GCP_RMSZ (m)	0.100
IM_Auto_RMS (µm)	3.0
IM_Manual_RMS µm)	3.0
GPS_RMSX (m)	0.100
GPS_RMSY (m)	0.100
GPS_RMSZ (m)	0.100
INS_RMS_Omega (deg)	0.010
INS_RMS_Phi (deg)	0.010
INS_RMS_Kappa (deg)	0.020
Photos	1239
Axes	13

Le projet comprend 1239 images en 13 axes qui ont été triangulées.

Les résultats de l'ajustement sont repris dans le tableau ci-dessous.

Résultats a posteriori	Lambert 72
ScaleNumber	35434
GSD (m)	0.213
Sigma0 (µm)	1.1
IM_RMS_Auto_X (µm)	0.7
IM_RMS_Auto_Y (µm)	0.8

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

IM_RMS_Manu_X (µm)	1.8
IM_RMS_Manu_Y (µm)	2.2
GCP_RMSX (m)	0.038
GCP_RMSY (m)	0.042
GCP_RMSZ (m)	0.118
GPS_RMSX (m)	0.031
GPS_RMSY (m)	0.035
GPS_RMSZ (m)	0.086
INS_RMS_Omega (deg)	0.004
INS_RMS_Phi (deg)	0.008
INS_RMS_Kappa (deg)	0.019

Ces valeurs ne font intervenir aucun offset.

Ces résultats sont conformes, et ne nécessitent pas de traitement particulier.

Ces résultats sont utilisés pour l'extraction des paramètres d'orientation et l'exploitation ultérieure.

4.2.2 Evaluation de la classe de précision

Match-AT permet d'utiliser toutes les mesures « image » sur les points d'appui et de contrôle pour calculer les erreurs théoriques observées lors de l'exploitation des points en levé photogrammétrique classique, dans tous les modèles stéréoscopiques possibles. Cette évaluation peut se faire une fois l'ajustement terminé.

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les valeurs obtenues sur les points d'appui sont reprises dans le tableau suivant :

Cas	RMSX (m)	RMSY (m)	RMSXY (m)	Nombre
Ajustement final (LB72)	0.087	0.093	0.127	38

Ces valeurs peuvent être utilisées pour estimer les précisions atteignables.

5. Description de l'orthorectification et du mosaïquage

5.1. Exploitation des prises de vue et des orientations livrées

La prise de vues aériennes réalisée dans le cadre de la mission est exploitée, ainsi que les orientations calculées lors de l'aérotiangulation.

5.2. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain de base utilisé les le MNT LiDAR 2014 de la Région Wallonne, sous forme de grille à 1 m de résolution.

5.3. Orthorectification et mosaïquage

Le calcul des images orthorectifiées est effectué dans le logiciel OrthoBox : OrthoMaster pour l'orthorectification et OrthoVista pour le mosaïquage.

Lors du calcul des ortho-images individuelles, avant mosaïquage, l'entièreté de l'image n'est pas orthorectifiée : une zone (quelques pourcents) est généralement coupée d'office, et les images orthorectifiées le sont avec un certain recouvrement (généralement de 10% à 30%), qui peut être augmenté lorsque le mosaïquage dans des zones compliquées le nécessite. Le recouvrement est également déterminé par les conditions de dévers maximum.

A partir des orthophotos individuelles à pleine résolution, les lignes de mosaïquage automatiques sont générées, en intégrant les emprises de bâtiments et en paramétrant le logiciel pour éviter de couper ces derniers.

5.4. Contrôle de qualité et corrections

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique		
	WALPHOT sa	EUROSENSE sprl
	Chaussée de Liège 221	Avenue des Nerviens 54
	B-5100 NAMUR	B-1780 WEMMEL

Le produit final de l'étape précédente est un ensemble de tuiles au format TIFF sur lesquelles un contrôle visuel est effectué. Lors de ce contrôle, les erreurs suivantes sont identifiées, marquées et classées selon leur type et leur correction possible.

Les erreurs détectées à ce stade sont :

- Des problèmes de **qualité radiométrique** (point chaud, réflexion spéculaire, netteté, nuage, lisibilité dans les ombres, etc...).
- Les **problèmes de géométrie** causés par un défaut de MNT.
- Des **problèmes de précision géométrique** : un contrôle des points de contrôle de l'aérotriangulation et des vecteurs disponibles est exécuté, documenté et rapporté afin de s'assurer de la qualité finale de l'orthophoto.

Après ce contrôle de qualité, le travail de correction interactive est réalisé.

Ce travail est fait en parallèle, d'une part sur le MNT en y intégrant des lignes de rupture du relief afin de corriger des erreurs de dédoublements, coulées de pixels, ponts et viaducs erronés, etc... ou alors en éditant les lignes de mosaïquage dans le cas de réflexions, bâtiments tronqués, etc...

Une nouvelle phase de contrôle qualité est prévue afin de valider les corrections, en repassant en revue l'intégralité des points problématiques détectés.

Les erreurs résiduelles sont ensuite corrigées par procédé infographique.

5.5. Réglage de la radiométrie

Le réglage radiométrique de la couverture orthophoto utilise les images orthorectifiées qui ne couvrent pas l'entièreté de l'image originale.

Les opérations sont effectuées dans le programme d'ajustement radiométrique et de mosaïquage « OrthoVista » de Trimble Inpho.

Les réglages classiques concernent :

- La définition et l'application de corrections radiométriques spécifiques à des images individuelles ou à des groupes d'images, définies interactivement par un opérateur en utilisant l'outil « Radiometrix ».
- L'application d'un « Global tilting » corrigeant les différences locales entre les images lors du mosaïquage ; une correction radiométrique en mode cubic convolution (CC) est appliquée à chaque orthoimage en entrée ; elle veille à minimiser les écarts entre images différentes dans les zones de recouvrement, à l'instar d'une aérotriangulation dans le domaine géométrique.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

- L'application de corrections supplémentaires faisant intervenir des outils d'infographie, comme Photoshop.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

6. Livraison

Les données suivantes sont produites.

6.1. Images LV3

Les images brutes livrées sont au format TIFF non comprimé, 16 bits par canal (RVB+IR).

Le nom repris pour les images LV3 reprend en premier l'indication « LV3_2021__1_ » suivit du numéro de ligne, du numéro de vol sur le bloc et enfin du numéro de la photo.

Les données sont copiées dans les répertoires « BLOC1\PART1_ORTHO&IMAGES\IMAGES ».

6.2. Orthophotos tuilées 2x2 km² à 25 cm

Les orthophotos sont livrées aux formats GeoTIFF, elles sont livrées en 16 bits et 8 bits par canal (RVB+IR).

Les fichiers reprennent les coordonnées du coin inférieur gauche de chaque tuile. La division de la coordonnée Y en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 premiers chiffres du nom de la maille. La division de la coordonnée X en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 derniers chiffres du nom de la maille.

L'indication "ORTHO_2021__" début le nom de l'orthophoto.

Les orthophotos du bloc01 ont été regroupés par répertoires portant le nom des planches IGN 1/50000.

Les données sont copiées dans le répertoire « BLOC1\PART1_ORTHO&IMAGES\ORTHO ».

Les résultats du contrôle de précision géométrique sont repris dans le shapefile « ORTHO_QC_XY_B1.shp » dans le répertoire « BLOC1\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

6.3. Métadonnées « tuilage »

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les lignes de mosaïquage sont reprises dans le shapefile « TUILAGE_B1.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC1\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de tuilage ont été importées dans une FGBD appelée « B1_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC1\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

6.4. Métadonnées « maillage »

Les données du maillage sont reprises dans le shapefile « MAILLAGE_B1.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC1\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de maillage ont été importées dans une FGBD appelée « B1_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC1\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

6.5. Rapport

Le présent rapport dans le répertoire « BLOC1\PART1_ORTHO&IMAGES\RAPPORT ».

<p>Service publique de Wallonie</p> <p>Département de la géomatique</p>	<p>Id/TE/BDL1880_03</p>	
	<p>Association Momentanée</p>	
	 <p>WALPHOT sa</p> <p>Chaussée de Liège 221</p> <p>B-5100 NAMUR</p>	 <p>EUROSENSE sprl</p> <p>Avenue des Nerviens 54</p> <p>B-1780 WEMMEL</p>

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Bloc02
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage – Bloc02
Référence	Bloc02_SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_V1.docx
Version	1
Date	01/06/2021
Auteur	AL
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	01/06/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)
2	01/06/2021	Adaptation finale	GTI

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

7. BLOC2: Introduction

Le présent rapport concerne la stéréopréparation, les clichés aériens, l'aérotriangulation, l'orthorectification, le mosaïquage et enfin le contenu de la livraison du bloc 2 pour le SPW.

Il décrit succinctement la méthode suivie, les résultats obtenus, le contenu et l'organisation de la livraison.

8. Généralités

8.1. Canevas de référence

Le canevas planimétrique de base correspond au système géodésique de référence national Lambert 72 belge. Le canevas altimétrique de base correspond au Deuxième Nivellement Général du Royaume (DNG).

Les transformations entre les références ETRS89 et Lambert 72 sont effectuées en utilisant le programme cConvert v6.01 de l'IGN.

8.2. Résolution au sol

La résolution au sol des orthophotos est de 25 cm.

8.3. Zones militaires et nucléaires sensibles

Les zones militaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 14/05/2019, et de nouveau confirmée par l'officier de sécurité de l'IGN le 10/03/2021.

Les installations nucléaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 20/05/2020.

Conformément aux nouvelles spécifications, aucune zone tampon n'a été ajoutée.

Elles ont été identifiées dans les prises de vues et la résolution y a été limitée conformément aux spécifications, par remplacement de la valeur RGB de chaque pixel par la valeur RGB « nearest neighbour » des pixels de la cellule.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

La présence des zones militaires définit le besoin de deux exemplaires pour la livraison de chaque produit :

- Un exemplaire avec les zones militaires masquées ou « image dégradée »
- Un exemplaire à pleine résolution sans masquage ou « image non dégradée »

Les images du bloc 2 comprennent une zone interdite à la prise de vues en France. Elle a été totalement masquée (pixels noirs) conformément aux instructions françaises, pour chacune des deux livraisons.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

9. Stéréopréparation

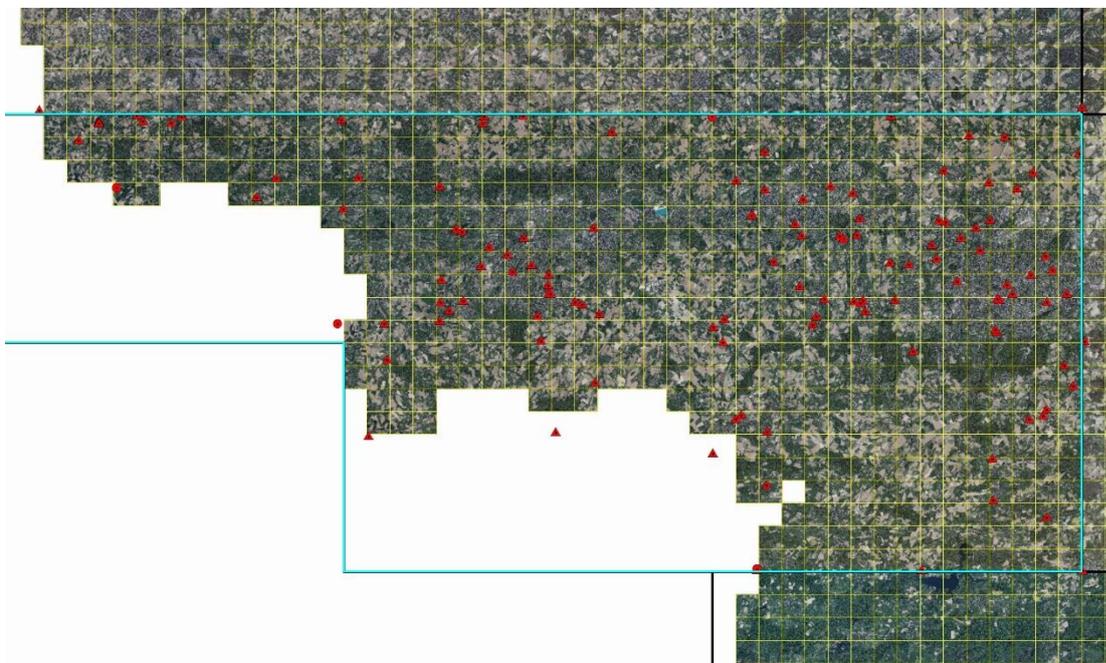
9.1. Généralités et listes des points utilisés

Les points d'appui et de contrôle utilisés pour l'aérotriangulation proviennent des anciennes missions réalisées pour l'adjudicateur sous deux fichiers Excel :

- GPS2015_spw.xls
- Wallonia_GCPs2012_2013.xlsx

9.2. Vue d'ensemble de la répartition des points d'appui

La vue suivante montre la distribution des points d'appui (rouge)



Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

10. Aérotriangulation

10.1. Méthode générale

La méthode générale utilisée pour le calage des images est décrite ci-dessous :

- Acquisition des images, avec mesure dGPS/INS durant le vol
- Détermination de la trajectoire
- Mesure des points de stéréopréparation dans toutes les images où ils sont visibles
- Détermination automatique des points de liaison par corrélation d'image
- Edition des points de liaison : enlèvement des points mal situés ; ajout de points dans certaines zones ; densification si nécessaire
- Vérification de la liaison des images et des bandes
- Détermination de paramètres de calibration (boresight) et nouvel import des données dGPS/INS, pour chaque mission
- Compensation en bloc globale supportée par les données dGPS/INS affinées
- Compensation globale avec détermination de paramètres de correction additionnels
- Compensation finale avec une définition de caméra standard et une orientation absolue distribuant au mieux les erreurs résiduelles

L'aérotriangulation a été effectuée à l'aide du programme Match-AT 5.5, de INPHO Trimble, sur une machine dotée d'un processeur quad-core. Les résultats ont été validés et affinés en utilisant le logiciel BINGO de GIP.

10.2. Résultat

10.2.1 Ajustement final

Les valeurs a priori des paramètres sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeurs a priori	Valeurs
GCP_RMSXY (m)	0.040

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

GCP_RMSZ (m)	0.070
IM_Auto_RMS (µm)	4.0
IM_Manual_RMS µm)	4.0
GPS_RMSX (m)	0.100
GPS_RMSY (m)	0.100
GPS_RMSZ (m)	0.100
INS_RMS_Omega (deg)	0.007
INS_RMS_Phi (deg)	0.007
INS_RMS_Kappa (deg)	0.010
Photos	986
Axes	16

Le projet comprend 986 images en 16 axes qui ont été triangulées.

Les résultats de l'ajustement sont repris dans le tableau ci-dessous.

Résultats a posteriori	Lambert 72
ScaleNumber	39133
GSD (m)	0.235
Sigma0 (µm)	1.5
IM_RMS_Auto_X (µm)	0.
IM_RMS_Auto_Y (µm)	1.2

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

IM_RMS_Manu_X (μm)	2.9
IM_RMS_Manu_Y (μm)	3.7
GCP_RMSX (m)	0.024
GCP_RMSY (m)	0.036
GCP_RMSZ (m)	0.033
CHK_RMSX (m)	0.071
CHK_RMSY (m)	0.107
CHK_RMSZ (m)	0.063
GPS_RMSX (m)	0.173
GPS_RMSY (m)	0.062
GPS_RMSZ (m)	0.112
INS_RMS_Omega (deg)	0.004
INS_RMS_Phi (deg)	0.004
INS_RMS_Kappa (deg)	0.011

Ces valeurs ne font intervenir aucun offset.

Ces résultats sont conformes, et ne nécessitent pas de traitement particulier.

Ces résultats sont utilisés pour l'extraction des paramètres d'orientation et l'exploitation ultérieure.

10.2.2 Evaluation de la classe de précision

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Match-AT permet d'utiliser toutes les mesures « image » sur les points d'appui et de contrôle pour calculer les erreurs théoriques observées lors de l'exploitation des points en levé photogrammétrique classique, dans tous les modèles stéréoscopiques possibles. Cette évaluation peut se faire une fois l'ajustement terminé.

Les valeurs obtenues sur les points d'appui sont reprises dans le tableau suivant :

Cas	RMSX (m)	RMSY (m)	RMSXY (m)	Nombre
Ajustement final (LB72)	0.133	0.182	0.225	45

Ces valeurs peuvent être utilisées pour estimer les précisions atteignables.

11. Description de l'orthorectification et du mosaïquage

11.1. Exploitation des prises de vue et des orientations livrées

La prise de vues aériennes réalisée dans le cadre de la mission est exploitée, ainsi que les orientations calculées lors de l'aérotriangulation.

11.2. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain de base utilisé est le MNT LiDAR 2014 de la Région Wallonne, sous forme de grille à 1 m de résolution.

11.3. Orthorectification et mosaïquage

Le calcul des images orthorectifiées est effectué dans le logiciel OrthoBox : OrthoMaster pour l'orthorectification et OrthoVista pour le mosaïquage.

Lors du calcul des ortho-images individuelles, avant mosaïquage, l'entièreté de l'image n'est pas orthorectifiée : une zone (quelques pourcents) est généralement coupée d'office, et les images orthorectifiées le sont avec un certain recouvrement (généralement de 10% à 30%), qui peut être

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique		
	WALPHOT sa	EUROSENSE sprl
	Chaussée de Liège 221	Avenue des Nerviens 54
	B-5100 NAMUR	B-1780 WEMMEL

augmenté lorsque le mosaïquage dans des zones compliquées le nécessite. Le recouvrement est également déterminé par les conditions de dévers maximum.

A partir des orthophotos individuelles à pleine résolution, les lignes de mosaïquage automatiques sont générées, en intégrant les emprises de bâtiments et en paramétrant le logiciel pour éviter de couper ces derniers.

11.4. Contrôle de qualité et corrections

Le produit final de l'étape précédente est un ensemble de tuiles au format TIFF sur lesquelles un contrôle visuel est effectué. Lors de ce contrôle, les erreurs suivantes sont identifiées, marquées et classées selon leur type et leur correction possible.

Les erreurs détectées à ce stade sont :

- Des problèmes de **qualité radiométrique** (point chaud, réflexion spéculaire, netteté, nuage, lisibilité dans les ombres, etc...).
- Les **problèmes de géométrie** causés par un défaut de MNT.
- Des **problèmes de précision géométrique** : un contrôle des points de contrôle de l'aérotriangulation et des vecteurs disponibles est exécuté, documenté et rapporté afin de s'assurer de la qualité finale de l'orthophoto.

Après ce contrôle de qualité, le travail de correction interactive est réalisé.

Ce travail est fait en parallèle, d'une part sur le MNT en y intégrant des lignes de rupture du relief afin de corriger des erreurs de dédoublements, coulées de pixels, ponts et viaducs erronés, etc... ou alors en éditant les lignes de mosaïquage dans le cas de réflexions, bâtiments tronqués, etc...

Une nouvelle phase de contrôle qualité est prévue afin de valider les corrections, en repassant en revue l'intégralité des points problématiques détectés.

Les erreurs résiduelles sont ensuite corrigées par procédé infographique.

11.5. Réglage de la radiométrie

Le réglage radiométrique de la couverture orthophoto utilise les images orthorectifiées qui ne couvrent pas l'entièreté de l'image originale.

Les opérations sont effectuées dans le programme d'ajustement radiométrique et de mosaïquage « OrthoVista » de Trimble Inpho.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les réglages classiques concernent :

- La définition et l'application de corrections radiométriques spécifiques à des images individuelles ou à des groupes d'images, définies interactivement par un opérateur en utilisant l'outil « Radiometrix ».
- L'application d'un « Global tilting » corrigeant les différences locales entre les images lors du mosaïquage ; une correction radiométrique en mode cubic convolution (CC) est appliquée à chaque orthoimage en entrée ; elle veille à minimiser les écarts entre images différentes dans les zones de recouvrement, à l'instar d'une aérotriangulation dans le domaine géométrique.
- L'application de corrections supplémentaires faisant intervenir des outils d'infographie, comme Photoshop.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

12. Livraison

Les données suivantes sont produites.

12.1. Images LV3

Les images brutes livrées sont au format TIFF non comprimé, 16 bits par canal (RVB+IR).

Le nom repris pour les images LV3 reprend en premier l'indication « LV3_2021__2_ » suivit du numéro de ligne, du numéro de vol sur le bloc et enfin du numéro de la photo.

Les données sont copiées dans les répertoires « BLOC2\PART1_ORTHO&IMAGES\IMAGES ».

12.2. Orthophotos tuilées 2x2 km² à 25 cm

Les orthophotos sont livrées aux formats GeoTIFF, elles sont livrées en 16 bits et 8 bits par canal (RVB+IR).

Les fichiers reprennent les coordonnées du coin inférieur gauche de chaque tuile. La division de la coordonnée Y en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 premiers chiffres du nom de la maille. La division de la coordonnée X en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 derniers chiffres du nom de la maille.

L'indication "ORTHO_2021__" début le nom de l'orthophoto.

Les orthophotos du bloc 2 ont été regroupés par répertoires portant le nom des planches IGN 1/50000.

Les données sont copiées dans le répertoire « BLOC2\PART1_ORTHO&IMAGES\ORTHO ».

Les résultats du contrôle de précision géométrique sont repris dans le shapefile « ORTHO_QC_XY_B2.shp » dans le répertoire « BLOC2\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

12.3. Métadonnées « tuilage »

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les lignes de mosaïquage sont reprises dans le shapefile « TUILAGE_B2.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC2\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de tuilage ont été importées dans une FGBD appelée « B2_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC2\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

12.4. Métadonnées « maillage »

Les données du maillage sont reprises dans le shapefile « MAILLAGE_B2.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC2\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de maillage ont été importées dans une FGBD appelée « B2_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC2\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

12.5. Rapport

Le présent rapport dans le répertoire « BLOC2\PART1_ORTHO&IMAGES\RAPPORT ».

<p>Service publique de Wallonie</p> <p>Département de la géomatique</p>	<p>Id/TE/BDL1880_03</p>	
	<p>Association Momentanée</p>	
	 <p>WALPHOT sa</p> <p>Chaussée de Liège 221</p> <p>B-5100 NAMUR</p>	 <p>EUROSENSE sprl</p> <p>Avenue des Nerviens 54</p> <p>B-1780 WEMMEL</p>

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Bloc03
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage – Bloc03
Référence	Bloc03_SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_V1.docx
Version	1
Date	12/04/2021
Auteur	AL
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	12/04/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)
2	05/05/2021	Finale adaptation	GTI

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

13. BLOC3: Introduction

Le présent rapport concerne la stéréopréparation, les clichés aériens, l'aérotriangulation, l'orthorectification, le mosaïquage et enfin le contenu de la livraison du bloc 3 pour le SPW.

Il décrit succinctement la méthode suivie, les résultats obtenus, le contenu et l'organisation de la livraison.

14. Généralités

14.1. Canevas de référence

Le canevas planimétrique de base correspond au système géodésique de référence national Lambert 72 belge. Le canevas altimétrique de base correspond au Deuxième Nivellement Général du Royaume (DNG).

Les transformations entre les références ETRS89 et Lambert 72 sont effectuées en utilisant le programme cConvert v6.01 de l'IGN.

14.2. Résolution au sol

La résolution au sol des orthophotos est de 25 cm.

14.3. Zones militaires et nucléaires sensibles

Les zones militaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 14/05/2019, et de nouveau confirmée par l'officier de sécurité de l'IGN le 10/03/2021.

Les installations nucléaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 20/05/2020.

Conformément aux nouvelles spécifications, aucune zone tampon n'a été ajoutée.

Elles ont été identifiées dans les prises de vues et la résolution y a été limitée conformément aux spécifications, par remplacement de la valeur RGB de chaque pixel par la valeur RGB « nearest neighbour » des pixels de la cellule.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

La présence des zones militaires définit le besoin de deux exemplaires pour la livraison de chaque produit :

- Un exemplaire avec les zones militaires masquées ou « image dégradée »
- Un exemplaire à pleine résolution sans masquage ou « image non dégradée »

Il est à noter que pour le bloc 3, il n'existe aucune zone sensible en Belgique.

Les images du bloc 3 comprennent une zone interdite à la prise de vues en France. Elle a été totalement masquée (pixels noirs) conformément aux instructions françaises, pour chacune des deux livraisons.

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

15. Stéréopréparation

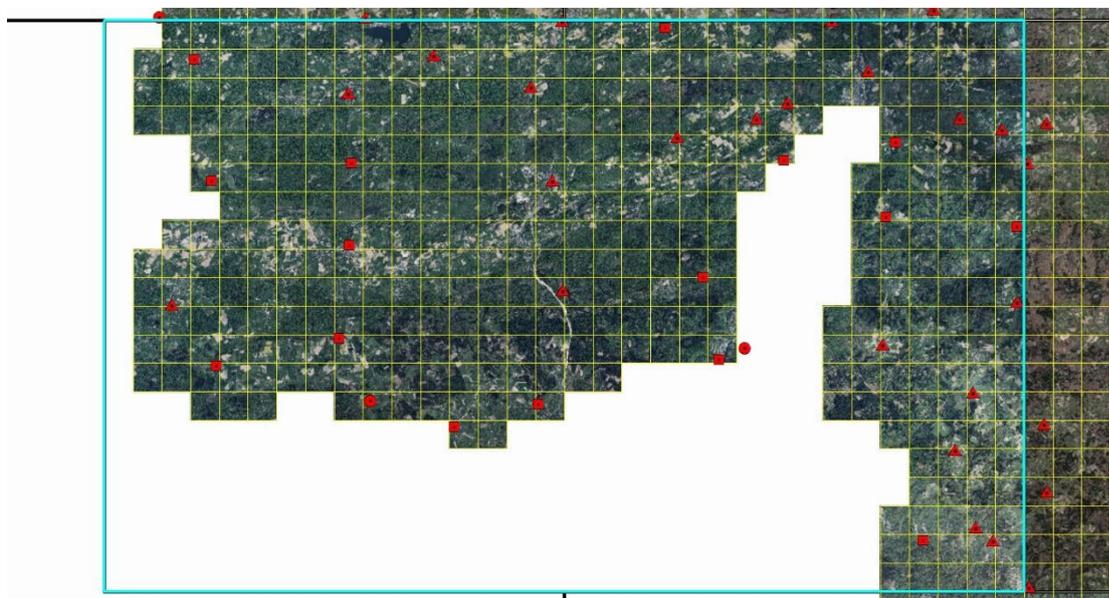
15.1. Généralités et listes des points utilisés

Les points d'appui et de contrôle utilisés pour l'aérotriangulation proviennent des anciennes missions réalisées pour l'adjudicateur sous deux fichiers Excel :

- GPS2015_spw.xls
- Wallonia_GCPs2012_2013.xlsx

15.2. Vue d'ensemble de la répartition des points d'appui

La vue suivante montre la distribution des points d'appui (rouge)



Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

16. Aérotriangulation

16.1. Méthode générale

La méthode générale utilisée pour le calage des images est décrite ci-dessous :

- Acquisition des images, avec mesure dGPS/INS durant le vol
- Détermination de la trajectoire
- Mesure des points de stéréopréparation dans toutes les images où ils sont visibles
- Détermination automatique des points de liaison par corrélation d'image
- Edition des points de liaison : enlèvement des points mal situés ; ajout de points dans certaines zones ; densification si nécessaire
- Vérification de la liaison des images et des bandes
- Détermination de paramètres de calibration (boresight) et nouvel import des données dGPS/INS, pour chaque mission
- Compensation en bloc globale supportée par les données dGPS/INS affinées
- Compensation globale avec détermination de paramètres de correction additionnels
- Compensation finale avec une définition de caméra standard et une orientation absolue distribuant au mieux les erreurs résiduelles

L'aérotriangulation a été effectuée à l'aide du programme Match-AT 5.5, de INPHO Trimble, sur une machine dotée d'un processeur quad-core. Les résultats ont été validés et affinés en utilisant le logiciel BINGO de GIP.

16.2. Résultat

16.2.1 Ajustement final

Les valeurs a priori des paramètres sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeurs a priori	Valeurs
GCP_RMSXY (m)	0.050 / 0.100

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

GCP_RMSZ (m)	0.100 / 0.200
IM_Auto_RMS (µm)	3.0
IM_Manual_RMS µm)	3.0
GPS_RMSX (m)	0.050
GPS_RMSY (m)	0.050
GPS_RMSZ (m)	0.050
INS_RMS_Omega (deg)	0.005
INS_RMS_Phi (deg)	0.005
INS_RMS_Kappa (deg)	0.010
Photos	825
Axes	16

Le projet comprend 825 images en 16 axes qui ont été triangulées.

Les résultats de l'ajustement sont repris dans le tableau ci-dessous.

Résultats a posteriori	Lambert 72
ScaleNumber	36999
GSD (m)	0.222
Sigma0 (µm)	1.2
IM_RMS_Auto_X (µm)	0.7
IM_RMS_Auto_Y (µm)	0.8

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

IM_RMS_Manu_X (μm)	1.4
IM_RMS_Manu_Y (μm)	1.4
GCP_RMSX (m)	0.035 / 0.069
GCP_RMSY (m)	0.038 / 0.090
GCP_RMSZ (m)	0.042
GPS_RMSX (m)	0.008
GPS_RMSY (m)	0.007
GPS_RMSZ (m)	0.025
INS_RMS_Omega (deg)	0.002
INS_RMS_Phi (deg)	0.002
INS_RMS_Kappa (deg)	0.015

Ces valeurs ne font intervenir aucun offset.

Ces résultats sont conformes, et ne nécessitent pas de traitement particulier.

Ces résultats sont utilisés pour l'extraction des paramètres d'orientation et l'exploitation ultérieure.

16.2.2 Evaluation de la classe de précision

Match-AT permet d'utiliser toutes les mesures « image » sur les points d'appui et de contrôle pour calculer les erreurs théoriques observées lors de l'exploitation des points en levé photogrammétrique classique, dans tous les modèles stéréoscopiques possibles. Cette évaluation peut se faire une fois l'ajustement terminé.

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les valeurs obtenues sur les points d'appui sont reprises dans le tableau suivant :

Cas	RMSX (m)	RMSY (m)	RMSXY (m)	Nombre
Ajustement final (LB72)	0.087	0.110	0.140	43

Ces valeurs peuvent être utilisées pour estimer les précisions atteignables.

17. Description de l'orthorectification et du mosaïquage

17.1. Exploitation des prises de vue et des orientations livrées

La prise de vues aériennes réalisée dans le cadre de la mission est exploitée, ainsi que les orientations calculées lors de l'aérotiangulation.

17.2. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain de base utilisé les le MNT LiDAR 2014 de la Région Wallonne, sous forme de grille à 1 m de résolution.

17.3. Orthorectification et mosaïquage

Le calcul des images orthorectifiées est effectué dans le logiciel OrthoBox : OrthoMaster pour l'orthorectification et OrthoVista pour le mosaïquage.

Lors du calcul des ortho-images individuelles, avant mosaïquage, l'entièreté de l'image n'est pas orthorectifiée : une zone (quelques pourcents) est généralement coupée d'office, et les images orthorectifiées le sont avec un certain recouvrement (généralement de 10% à 30%), qui peut être augmenté lorsque le mosaïquage dans des zones compliquées le nécessite. Le recouvrement est également déterminé par les conditions de dévers maximum.

A partir des orthophotos individuelles à pleine résolution, les lignes de mosaïquage automatiques sont générées, en intégrant les emprises de bâtiments et en paramétrant le logiciel pour éviter de couper ces derniers.

17.4. Contrôle de qualité et corrections

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service publique de Wallonie Département de la géomatique		
	WALPHOT sa	EUROSENSE sprl
	Chaussée de Liège 221	Avenue des Nerviens 54
	B-5100 NAMUR	B-1780 WEMMEL

Le produit final de l'étape précédente est un ensemble de tuiles au format TIFF sur lesquelles un contrôle visuel est effectué. Lors de ce contrôle, les erreurs suivantes sont identifiées, marquées et classées selon leur type et leur correction possible.

Les erreurs détectées à ce stade sont :

- Des problèmes de **qualité radiométrique** (point chaud, réflexion spéculaire, netteté, nuage, lisibilité dans les ombres, etc...).
- Les **problèmes de géométrie** causés par un défaut de MNT.
- Des **problèmes de précision géométrique** : un contrôle des points de contrôle de l'aérotriangulation et des vecteurs disponibles est exécuté, documenté et rapporté afin de s'assurer de la qualité finale de l'orthophoto.

Après ce contrôle de qualité, le travail de correction interactive est réalisé.

Ce travail est fait en parallèle, d'une part sur le MNT en y intégrant des lignes de rupture du relief afin de corriger des erreurs de dédoublements, coulées de pixels, ponts et viaducs erronés, etc... ou alors en éditant les lignes de mosaïquage dans le cas de réflexions, bâtiments tronqués, etc...

Une nouvelle phase de contrôle qualité est prévue afin de valider les corrections, en repassant en revue l'intégralité des points problématiques détectés.

Les erreurs résiduelles sont ensuite corrigées par procédé infographique.

17.5. Réglage de la radiométrie

Le réglage radiométrique de la couverture orthophoto utilise les images orthorectifiées qui ne couvrent pas l'entièreté de l'image originale.

Les opérations sont effectuées dans le programme d'ajustement radiométrique et de mosaïquage « OrthoVista » de Trimble Inpho.

Les réglages classiques concernent :

- La définition et l'application de corrections radiométriques spécifiques à des images individuelles ou à des groupes d'images, définies interactivement par un opérateur en utilisant l'outil « Radiometrix ».
- L'application d'un « Global tilting » corrigeant les différences locales entre les images lors du mosaïquage ; une correction radiométrique en mode cubic convolution (CC) est appliquée à chaque orthoimage en entrée ; elle veille à minimiser les écarts entre images différentes dans les zones de recouvrement, à l'instar d'une aérotriangulation dans le domaine géométrique.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

- L'application de corrections supplémentaires faisant intervenir des outils d'infographie, comme Photoshop.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

18. Livraison

Les données suivantes sont produites.

18.1. Images LV3

Les images brutes livrées sont au format TIFF non comprimé, 16 bits par canal (RVB+IR).

Le nom repris pour les images LV3 reprend en premier l'indication « LV3_2021__3_ » suivit du numéro de ligne, du numéro de vol sur le bloc et enfin du numéro de la photo.

Les données sont copiées dans les répertoires « BLOC3\PART1_ORTHO&IMAGES\IMAGES ».

18.2. Orthophotos tuilées 2x2 km² à 25 cm

Les orthophotos sont livrées aux formats GeoTIFF, elles sont livrées en 16 bits et 8 bits par canal (RVB+IR).

Les fichiers reprennent les coordonnées du coin inférieur gauche de chaque tuile. La division de la coordonnée Y en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 premiers chiffres du nom de la maille. La division de la coordonnée X en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 derniers chiffres du nom de la maille.

L'indication "ORTHO_2021__" début le nom de l'orthophoto.

Les orthophotos du bloc03 ont été regroupés par répertoires portant le nom des planches IGN 1/50000.

Les données sont copiées dans le répertoire « BLOC3\PART1_ORTHO&IMAGES\ORTHO ».

Les résultats du contrôle de précision géométrique sont repris dans le shapefile « ORTHO_QC_XY_B3.shp » dans le répertoire « BLOC3\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

18.3. Métadonnées « tuilage »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les lignes de mosaïquage sont reprises dans le shapefile « TUILAGE_B3.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC3\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de tuilage ont été importées dans une FGBD appelée « B3_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC3\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

18.4. Métadonnées « maillage »

Les données du maillage sont reprises dans le shapefile « MAILLAGE_B3.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC3\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de maillage ont été importées dans une FGBD appelée « B3_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC3\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

18.5. Rapport

Le présent rapport dans le répertoire « BLOC3\PART1_ORTHO&IMAGES\RAPPORT ».

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Bloc04 2021
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage – Bloc04
Référence	Bloc04_SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_V1.docx
Version	1
Date	20/04/2021
Auteur	AL / GTi
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	20/04/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)
2	05/05/2021	Version finale	GTI

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

19. BLOC4: Introduction

Le présent rapport concerne la stéréopréparation, les clichés aériens, l'aérotriangulation, l'orthorectification, le mosaïquage et enfin le contenu de la livraison du bloc 4 pour le SPW.

Il décrit succinctement la méthode suivie, les résultats obtenus, le contenu et l'organisation de la livraison.

20. Généralités

20.1. Canevas de référence

Le canevas planimétrique de base correspond au système géodésique de référence national Lambert 72 belge. Le canevas altimétrique de base correspond au Deuxième Nivellement Général du Royaume (DNG).

Les transformations entre les références ETRS89 et Lambert 72 sont effectuées en utilisant le programme cConvert v6.01 de l'IGN.

20.2. Résolution au sol

La résolution au sol des orthophotos est de 25 cm.

20.3. Zones militaires

Les zones militaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 14/05/2019, et de nouveau confirmée par l'officier de sécurité de l'IGN le 10/03/2021.

Les installations nucléaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 20/05/2020.

Conformément aux nouvelles spécifications, aucune zone tampon n'a été ajoutée.

Elles ont été identifiées dans les prises de vues et la résolution y a été limitée conformément aux spécifications, par remplacement de la valeur RGB de chaque pixel par la valeur RGB « nearest neighbour » des pixels de la cellule.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

La présence des zones militaires définit le besoin de deux exemplaires pour la livraison de chaque produit :

- Un exemplaire avec les zones militaires masquées ou « image dégradée »
- Un exemplaire à pleine résolution sans masquage ou « image non dégradée »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

21. Stéréopréparation

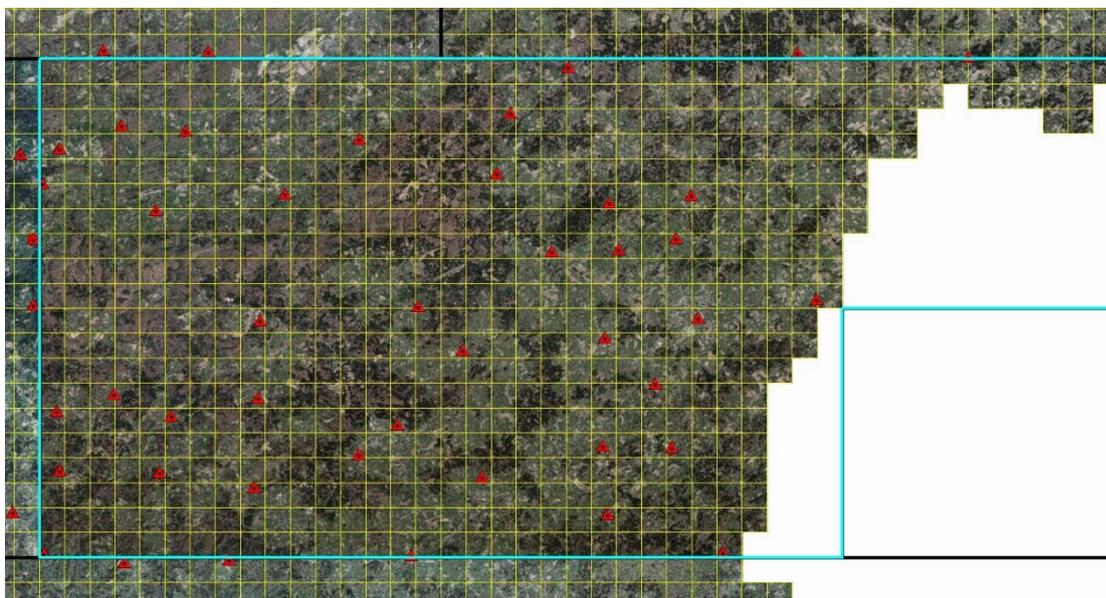
21.1. Généralités et listes des points utilisés

Les points d'appui et de contrôle utilisés pour l'aérotriangulation proviennent des anciennes missions réalisées pour l'adjudicateur sous deux fichiers Excel :

- GPS2015_spw.xls
- Wallonia_GCPs2012_2013.xlsx

21.2. Vue d'ensemble de la répartition des points d'appui

La vue suivante montre la distribution des points d'appui.



Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

22. Aérotriangulation

22.1. Méthode générale

La méthode générale utilisée pour le calage des images est décrite ci-dessous :

- Acquisition des images, avec mesure dGPS/INS durant le vol
- Détermination de la trajectoire
- Mesure des points de stéréopréparation dans toutes les images où ils sont visibles
- Détermination automatique des points de liaison par corrélation d'image
- Edition des points de liaison : enlèvement des points mal situés ; ajout de points dans certaines zones ; densification si nécessaire
- Vérification de la liaison des images et des bandes
- Détermination de paramètres de calibration (boresight) et nouvel import des données dGPS/INS, pour chaque mission
- Compensation en bloc globale supportée par les données dGPS/INS affinées
- Compensation globale avec détermination de paramètres de correction additionnels
- Compensation finale avec une définition de caméra standard et une orientation absolue distribuant au mieux les erreurs résiduelles

L'aérotriangulation a été effectuée à l'aide du programme Match-AT 5.5, de INPHO Trimble, sur une machine dotée d'un processeur quad-core. Les résultats ont été validés et affinés en utilisant le logiciel BINGO de GIP.

22.2. Résultat

22.2.1 Ajustement final

Les valeurs a priori des paramètres sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeurs a priori	Valeurs
GCP_RMSXY (m)	0.050
GCP_RMSZ (m)	0.100

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

IM_Auto_RMS (μm)	3.0
IM_Manual_RMS (μm)	3.0
GPS_RMSX (m)	0.050
GPS_RMSY (m)	0.050
GPS_RMSZ (m)	0.050
INS_RMS_Omega (deg)	0.005
INS_RMS_Phi (deg)	0.005
INS_RMS_Kappa (deg)	0.010
Photos	1092
Axes	15

Le projet comprend 1092 images en 15 axes qui ont été triangulées.

Les résultats de l'ajustement sont repris dans le tableau ci-dessous.

Résultats a posteriori	Lambert 72
ScaleNumber	35141
GSD (m)	0.211
Sigma0 (μm)	1.1
IM_RMS_Auto_X (μm)	0.7
IM_RMS_Auto_Y (μm)	0.8
IM_RMS_Manu_X (μm)	0.7
IM_RMS_Manu_Y (μm)	0.8
GCP_RMSX (m)	0.021

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

GCP_RMSY (m)	0.022
GCP_RMSZ (m)	0.038
GPS_RMSX (m)	0.008
GPS_RMSY (m)	0.008
GPS_RMSZ (m)	0.023
INS_RMS_Omega (deg)	0.002
INS_RMS_Phi (deg)	0.002
INS_RMS_Kappa (deg)	0.009

Ces valeurs ne font intervenir aucun offset.

Ces résultats sont conformes, et ne nécessitent pas de traitement particulier.

Ces résultats sont utilisés pour l'extraction des paramètres d'orientation et l'exploitation ultérieure.

22.2.2 Evaluation de la classe de précision

Match-AT permet d'utiliser toutes les mesures « image » sur les points d'appui et de contrôle pour calculer les erreurs théoriques observées lors de l'exploitation des points en levé photogrammétrique classique, dans tous les modèles stéréoscopiques possibles. Cette évaluation peut se faire une fois l'ajustement terminé.

Les valeurs obtenues sur les points d'appui sont reprises dans le tableau suivant :

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Cas	RMSX (m)	RMSY (m)	RMSXY (m)	Nombre
Ajustement final (LB72)	0.059	0.070	0.091	50

Ces valeurs peuvent être utilisées pour estimer les précisions atteignables.

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

23. Description de l'orthorectification et du mosaïquage

23.1. Exploitation des prises de vue et des orientations livrées

La prise de vues aériennes réalisée dans le cadre de la mission est exploitée, ainsi que les orientations calculées lors de l'aérotriangulation.

23.2. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain de base utilisé est le MNT LiDAR 2014 de la Région Wallonne, sous forme de grille à 1 m de résolution.

23.3. Orthorectification et mosaïquage

Le calcul des images orthorectifiées est effectué dans le logiciel OrthoBox : OrthoMaster pour l'orthorectification et OrthoVista pour le mosaïquage.

Lors du calcul des ortho-images individuelles, avant mosaïquage, l'entièreté de l'image n'est pas orthorectifiée : une zone (quelques pourcents) est généralement coupée d'office, et les images orthorectifiées le sont avec un certain recouvrement (généralement de 10% à 30%), qui peut être augmenté lorsque le mosaïquage dans des zones compliquées le nécessite. Le recouvrement est également déterminé par les conditions de dévers maximum.

A partir des orthophotos individuelles à pleine résolution, les lignes de mosaïquage automatiques sont générées, en intégrant les emprises de bâtiments et en paramétrant le logiciel pour éviter de couper ces derniers.

23.4. Contrôle de qualité et corrections

Le produit final de l'étape précédente est un ensemble de tuiles au format TIFF sur lesquelles un contrôle visuel est effectué. Lors de ce contrôle, les erreurs suivantes sont identifiées, marquées et classées selon leur type et leur correction possible.

Les erreurs détectées à ce stade sont :

- Des problèmes de **qualité radiométrique** (point chaud, réflexion spéculaire, netteté, nuage, lisibilité dans les ombres, etc...).
- Les **problèmes de géométrie** causés par un défaut de MNT.

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique		
	WALPHOT sa	EUROSENSE sprl
	Chaussée de Liège 221	Avenue des Nerviens 54
	B-5100 NAMUR	B-1780 WEMMEL

- Des **problèmes de précision géométrique** : un contrôle des points de contrôle de l'aérotriangulation et des vecteurs disponibles est exécuté, documenté et rapporté afin de s'assurer de la qualité finale de l'orthophoto.

Après ce contrôle de qualité, le travail de correction interactive est réalisé.

Ce travail est fait en parallèle, d'une part sur le MNT en y intégrant des lignes de rupture du relief afin de corriger des erreurs de dédoublements, coulées de pixels, ponts et viaducs erronés, etc... ou alors en éditant les lignes de mosaïquage dans le cas de réflexions, bâtiments tronqués, etc...

Une nouvelle phase de contrôle qualité est prévue afin de valider les corrections, en repassant en revue l'intégralité des points problématiques détectés.

Les erreurs résiduelles sont ensuite corrigées par procédé infographique.

23.5. Réglage de la radiométrie

Le réglage radiométrique de la couverture orthophoto utilise les images orthorectifiées qui ne couvrent pas l'entièreté de l'image originale.

Les opérations sont effectuées dans le programme d'ajustement radiométrique et de mosaïquage « OrthoVista » de Trimble Inpho.

Les réglages classiques concernent :

- La définition et l'application de corrections radiométriques spécifiques à des images individuelles ou à des groupes d'images, définies interactivement par un opérateur en utilisant l'outil « Radiometrix ».
- L'application d'un « Global tilting » corrigeant les différences locales entre les images lors du mosaïquage ; une correction radiométrique en mode cubic convolution (CC) est appliquée à chaque orthoimage en entrée ; elle veille à minimiser les écarts entre images différentes dans les zones de recouvrement, à l'instar d'une aérotriangulation dans le domaine géométrique.
- L'application de corrections supplémentaires faisant intervenir des outils d'infographie, comme Photoshop.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

24. Livraison

Les données suivantes sont produites.

24.1. Images LV3

Les images brutes livrées sont au format TIFF non comprimé, 16 bits par canal (RVB+IR).

Le nom repris pour les images LV3 reprend en premier l'indication « LV3_2021_ » suivit du numéro de ligne, du numéro de vol sur le bloc et enfin du numéro de la photo.

Les données sont copiées dans les répertoires « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\IMAGES ».

24.2. Orthophotos tuilées 2x2 km² à 25 cm

Les orthophotos sont livrées aux formats GeoTIFF, elles sont livrées en 16 bits et 8 bits par canal (RVB+IR).

Les fichiers reprennent les coordonnées du coin inférieur gauche de chaque tuile. La division de la coordonnée Y en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 premiers chiffres du nom de la maille. La division de la coordonnée X en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 derniers chiffres du nom de la maille.

L'indication "ORTHO_2021__" début le nom de l'orthophoto.

Les orthophotos du bloc04 ont été regroupés par répertoires portant le nom des planches IGN 1/50000.

Les données sont copiées dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\ORTHO ».

Les résultats du contrôle de précision géométrique sont repris dans le shapefile « ORTHO_QC_XY_B4.shp » dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

24.3. Métadonnées « tuilage »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les lignes de mosaïquage sont reprises dans le shapefile « TUILAGE_B4.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de tuilage ont été importées dans une FGBD appelée « B4_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

24.4. Métadonnées « maillage »

Les données du maillage sont reprises dans le shapefile « MAILLAGE_B4.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de maillage ont été importées dans une FGBD appelée « B4_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

24.5. Rapport

Le présent rapport dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\RAPPORT ».

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Bloc05
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage – Bloc05
Référence	Bloc05_SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_V1.docx
Version	1
Date	01/06/2021
Auteur	AL
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	01/06/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)
2	14/06/2021	Finale adaptation	GTI

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

25. BLOC5: Introduction

Le présent rapport concerne la stéréopréparation, les clichés aériens, l'aérotriangulation, l'orthorectification, le mosaïquage et enfin le contenu de la livraison du bloc 5 pour le SPW.

Il décrit succinctement la méthode suivie, les résultats obtenus, le contenu et l'organisation de la livraison.

26. Généralités

26.1. Canevas de référence

Le canevas planimétrique de base correspond au système géodésique de référence national Lambert 72 belge. Le canevas altimétrique de base correspond au Deuxième Nivellement Général du Royaume (DNG).

Les transformations entre les références ETRS89 et Lambert 72 sont effectuées en utilisant le programme cConvert v6.01 de l'IGN.

26.2. Résolution au sol

La résolution au sol des orthophotos est de 25 cm.

26.3. Zones militaires et nucléaires sensibles

Les zones militaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 14/05/2019, et de nouveau confirmée par l'officier de sécurité de l'IGN le 10/03/2021.

Les installations nucléaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 20/05/2020.

Conformément aux nouvelles spécifications, aucune zone tampon n'a été ajoutée.

Elles ont été identifiées dans les prises de vues et la résolution y a été limitée conformément aux spécifications, par remplacement de la valeur RGB de chaque pixel par la valeur RGB « nearest neighbour » des pixels de la cellule.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

La présence des zones militaires définit le besoin de deux exemplaires pour la livraison de chaque produit :

- Un exemplaire avec les zones militaires masquées ou « image dégradée »
- Un exemplaire à pleine résolution sans masquage ou « image non dégradée »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

27. Stéréopréparation

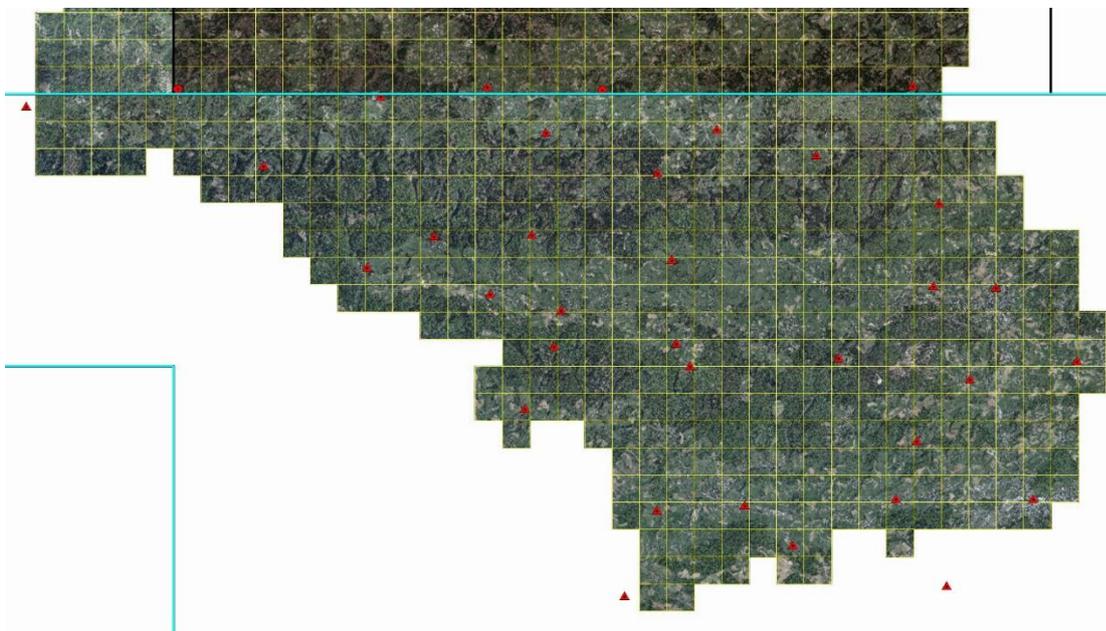
27.1. Généralités et listes des points utilisés

Les points d'appui et de contrôle utilisés pour l'aérotriangulation proviennent des anciennes missions réalisées pour l'adjudicateur sous deux fichiers Excel :

- GPS2015_spw.xls
- Wallonia_GCPs2012_2013.xlsx

27.2. Vue d'ensemble de la répartition des points d'appui

La vue suivante montre la distribution des points d'appui (rouge)



Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

28. Aérotriangulation

28.1. Méthode générale

La méthode générale utilisée pour le calage des images est décrite ci-dessous :

- Acquisition des images, avec mesure dGPS/INS durant le vol
- Détermination de la trajectoire
- Mesure des points de stéréopréparation dans toutes les images où ils sont visibles
- Détermination automatique des points de liaison par corrélation d'image
- Edition des points de liaison : enlèvement des points mal situés ; ajout de points dans certaines zones ; densification si nécessaire
- Vérification de la liaison des images et des bandes
- Détermination de paramètres de calibration (boresight) et nouvel import des données dGPS/INS, pour chaque mission
- Compensation en bloc globale supportée par les données dGPS/INS affinées
- Compensation globale avec détermination de paramètres de correction additionnels
- Compensation finale avec une définition de caméra standard et une orientation absolue distribuant au mieux les erreurs résiduelles

L'aérotriangulation a été effectuée à l'aide du programme Match-AT 5.5, de INPHO Trimble, sur une machine dotée d'un processeur quad-core. Les résultats ont été validés et affinés en utilisant le logiciel BINGO de GIP.

28.2. Résultat

28.2.1 Ajustement final

Les valeurs a priori des paramètres sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeurs a priori	Valeurs
GCP_RMSXY (m)	0.050

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

GCP_RMSZ (m)	0.100
IM_Auto_RMS (µm)	3.0
IM_Manual_RMS µm)	3.0
GPS_RMSX (m)	0.100
GPS_RMSY (m)	0.100
GPS_RMSZ (m)	0.100
INS_RMS_Omega (deg)	0.005
INS_RMS_Phi (deg)	0.005
INS_RMS_Kappa (deg)	0.010
Photos	806
Axes	15

Le projet comprend 806 images en 15 axes qui ont été triangulées.

Les résultats de l'ajustement sont repris dans le tableau ci-dessous.

Résultats a posteriori	Lambert 72
ScaleNumber	35105
GSD (m)	0.211
Sigma0 (µm)	1.2
IM_RMS_Auto_X (µm)	0.8
IM_RMS_Auto_Y (µm)	0.8

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

IM_RMS_Manu_X (µm)	1.9
IM_RMS_Manu_Y (µm)	1.9
GCP_RMSX (m)	0.032
GCP_RMSY (m)	0.032
GCP_RMSZ (m)	0.084
GPS_RMSX (m)	0.038
GPS_RMSY (m)	0.030
GPS_RMSZ (m)	0.059
INS_RMS_Omega (deg)	0.002
INS_RMS_Phi (deg)	0.004
INS_RMS_Kappa (deg)	0.017

Ces valeurs ne font intervenir aucun offset.

Ces résultats sont conformes, et ne nécessitent pas de traitement particulier.

Ces résultats sont utilisés pour l'extraction des paramètres d'orientation et l'exploitation ultérieure.

28.2.2 Evaluation de la classe de précision

Match-AT permet d'utiliser toutes les mesures « image » sur les points d'appui et de contrôle pour calculer les erreurs théoriques observées lors de l'exploitation des points en levé photogrammétrique classique, dans tous les modèles stéréoscopiques possibles. Cette évaluation peut se faire une fois l'ajustement terminé.

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les valeurs obtenues sur les points d'appui sont reprises dans le tableau suivant :

Cas	RMSX (m)	RMSY (m)	RMSXY (m)	Nombre
Ajustement final (LB72)	0.078	0.079	0.111	33

Ces valeurs peuvent être utilisées pour estimer les précisions atteignables.

29. Description de l'orthorectification et du mosaïquage

29.1. Exploitation des prises de vue et des orientations livrées

La prise de vues aériennes réalisée dans le cadre de la mission est exploitée, ainsi que les orientations calculées lors de l'aérotiangulation.

29.2. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain de base utilisé les le MNT LiDAR 2014 de la Région Wallonne, sous forme de grille à 1 m de résolution.

29.3. Orthorectification et mosaïquage

Le calcul des images orthorectifiées est effectué dans le logiciel OrthoBox : OrthoMaster pour l'orthorectification et OrthoVista pour le mosaïquage.

Lors du calcul des ortho-images individuelles, avant mosaïquage, l'entièreté de l'image n'est pas orthorectifiée : une zone (quelques pourcents) est généralement coupée d'office, et les images orthorectifiées le sont avec un certain recouvrement (généralement de 10% à 30%), qui peut être augmenté lorsque le mosaïquage dans des zones compliquées le nécessite. Le recouvrement est également déterminé par les conditions de dévers maximum.

A partir des orthophotos individuelles à pleine résolution, les lignes de mosaïquage automatiques sont générées, en intégrant les emprises de bâtiments et en paramétrant le logiciel pour éviter de couper ces derniers.

29.4. Contrôle de qualité et corrections

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Le produit final de l'étape précédente est un ensemble de tuiles au format TIFF sur lesquelles un contrôle visuel est effectué. Lors de ce contrôle, les erreurs suivantes sont identifiées, marquées et classées selon leur type et leur correction possible.

Les erreurs détectées à ce stade sont :

- Des problèmes de **qualité radiométrique** (point chaud, réflexion spéculaire, netteté, nuage, lisibilité dans les ombres, etc...).
- Les **problèmes de géométrie** causés par un défaut de MNT.
- Des **problèmes de précision géométrique** : un contrôle des points de contrôle de l'aérotriangulation et des vecteurs disponibles est exécuté, documenté et rapporté afin de s'assurer de la qualité finale de l'orthophoto.

Après ce contrôle de qualité, le travail de correction interactive est réalisé.

Ce travail est fait en parallèle, d'une part sur le MNT en y intégrant des lignes de rupture du relief afin de corriger des erreurs de dédoublements, coulées de pixels, ponts et viaducs erronés, etc... ou alors en éditant les lignes de mosaïquage dans le cas de réflexions, bâtiments tronqués, etc...

Une nouvelle phase de contrôle qualité est prévue afin de valider les corrections, en repassant en revue l'intégralité des points problématiques détectés.

Les erreurs résiduelles sont ensuite corrigées par procédé infographique.

29.5. Réglage de la radiométrie

Le réglage radiométrique de la couverture orthophoto utilise les images orthorectifiées qui ne couvrent pas l'entièreté de l'image originale.

Les opérations sont effectuées dans le programme d'ajustement radiométrique et de mosaïquage « OrthoVista » de Trimble Inpho.

Les réglages classiques concernent :

- La définition et l'application de corrections radiométriques spécifiques à des images individuelles ou à des groupes d'images, définies interactivement par un opérateur en utilisant l'outil « Radiometrix ».
- L'application d'un « Global tilting » corrigeant les différences locales entre les images lors du mosaïquage ; une correction radiométrique en mode cubic convolution (CC) est appliquée à chaque orthoimage en entrée ; elle veille à minimiser les écarts entre images différentes dans les zones de recouvrement, à l'instar d'une aérotriangulation dans le domaine géométrique.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

- L'application de corrections supplémentaires faisant intervenir des outils d'infographie, comme Photoshop.

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique		
	WALPHOT sa	EUROSENSE sprl
	Chaussée de Liège 221	Avenue des Nerviens 54
	B-5100 NAMUR	B-1780 WEMMEL

30. Livraison

Les données suivantes sont produites.

30.1. Images LV3

Les images brutes livrées sont au format TIFF non comprimé, 16 bits par canal (RVB+IR).

Le nom repris pour les images LV3 reprend en premier l'indication « LV3_2021__5_ » suivit du numéro de ligne, du numéro de vol sur le bloc et enfin du numéro de la photo.

Les données sont copiées dans les répertoires « BLOC5\PART1_ORTHO&IMAGES\IMAGES ».

30.2. Orthophotos tuilées 2x2 km² à 25 cm

Les orthophotos sont livrées aux formats GeoTIFF, elles sont livrées en 16 bits et 8 bits par canal (RVB+IR).

Les fichiers reprennent les coordonnées du coin inférieur gauche de chaque tuile. La division de la coordonnée Y en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 premiers chiffres du nom de la maille. La division de la coordonnée X en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 derniers chiffres du nom de la maille.

L'indication "ORTHO_2021__" début le nom de l'orthophoto.

Les orthophotos du bloc 5 ont été regroupés par répertoires portant le nom des planches IGN 1/50000.

Les données sont copiées dans le répertoire « BLOC5\PART1_ORTHO&IMAGES\ORTHO ».

Les résultats du contrôle de précision géométrique sont repris dans le shapefile « ORTHO_QC_XY_B5.shp » dans le répertoire « BLOC5\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

30.3. Métadonnées « tuilage »

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les lignes de mosaïquage sont reprises dans le shapefile « TUILAGE_B5.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC5\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de tuilage ont été importées dans une FGBD appelée « B5_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC5\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

30.4. Métadonnées « maillage »

Les données du maillage sont reprises dans le shapefile « MAILLAGE_B5.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC5\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de maillage ont été importées dans une FGBD appelée « B5_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC5\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

30.5. Rapport

Le présent rapport dans le répertoire « BLOC5\PART1_ORTHO&IMAGES\RAPPORT ».

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Bloc06
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage – Bloc06
Référence	Bloc06_SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_V1.docx
Version	1
Date	01/06/2021
Auteur	AL
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	01/06/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)
2	01/06/2021	Adaptation Finale	GTI

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

31. BLOC6: Introduction

Le présent rapport concerne la stéréopréparation, les clichés aériens, l'aérotriangulation, l'orthorectification, le mosaïquage et enfin le contenu de la livraison du bloc 6 pour le SPW.

Il décrit succinctement la méthode suivie, les résultats obtenus, le contenu et l'organisation de la livraison.

32. Généralités

32.1. Canevas de référence

Le canevas planimétrique de base correspond au système géodésique de référence national Lambert 72 belge. Le canevas altimétrique de base correspond au Deuxième Nivellement Général du Royaume (DNG).

Les transformations entre les références ETRS89 et Lambert 72 sont effectuées en utilisant le programme cConvert v6.01 de l'IGN.

32.2. Résolution au sol

La résolution au sol des orthophotos est de 25 cm.

32.3. Zones militaires et nucléaires sensibles

Les zones militaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 14/05/2019, et de nouveau confirmée par l'officier de sécurité de l'IGN le 10/03/2021.

Les installations nucléaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 20/05/2020.

Conformément aux nouvelles spécifications, aucune zone tampon n'a été ajoutée.

Elles ont été identifiées dans les prises de vues et la résolution y a été limitée conformément aux spécifications, par remplacement de la valeur RGB de chaque pixel par la valeur RGB « nearest neighbour » des pixels de la cellule.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

La présence des zones militaires définit le besoin de deux exemplaires pour la livraison de chaque produit :

- Un exemplaire avec les zones militaires masquées ou « image dégradée »
- Un exemplaire à pleine résolution sans masquage ou « image non dégradée »

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

33. Stéréopréparation

33.1. Généralités et listes des points utilisés

Les points d'appui et de contrôle utilisés pour l'aérotriangulation proviennent des anciennes missions réalisées pour l'adjudicateur sous deux fichiers Excel :

- GPS2015_spw.xls
- Wallonia_GCPs2012_2013.xlsx

33.2. Vue d'ensemble de la répartition des points d'appui

La vue suivante montre la distribution des points d'appui (rouge)



Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

34. Aérotriangulation

34.1. Méthode générale

La méthode générale utilisée pour le calage des images est décrite ci-dessous :

- Acquisition des images, avec mesure dGPS/INS durant le vol
- Détermination de la trajectoire
- Mesure des points de stéréopréparation dans toutes les images où ils sont visibles
- Détermination automatique des points de liaison par corrélation d'image
- Edition des points de liaison : enlèvement des points mal situés ; ajout de points dans certaines zones ; densification si nécessaire
- Vérification de la liaison des images et des bandes
- Détermination de paramètres de calibration (boresight) et nouvel import des données dGPS/INS, pour chaque mission
- Compensation en bloc globale supportée par les données dGPS/INS affinées
- Compensation globale avec détermination de paramètres de correction additionnels
- Compensation finale avec une définition de caméra standard et une orientation absolue distribuant au mieux les erreurs résiduelles

L'aérotriangulation a été effectuée à l'aide du programme Match-AT 5.5, de INPHO Trimble, sur une machine dotée d'un processeur quad-core. Les résultats ont été validés et affinés en utilisant le logiciel BINGO de GIP.

34.2. Résultat

34.2.1 Ajustement final

Les valeurs a priori des paramètres sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeurs a priori	Valeurs
GCP_RMSXY (m)	0.040

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

GCP_RMSZ (m)	0.070
IM_Auto_RMS (µm)	4.0
IM_Manual_RMS µm)	4.0
GPS_RMSX (m)	0.040
GPS_RMSY (m)	0.040
GPS_RMSZ (m)	0.070
INS_RMS_Omega (deg)	0.008
INS_RMS_Phi (deg)	0.008
INS_RMS_Kappa (deg)	0.008
Photos	1056
Axes	12

Le projet comprend 1056 images en 12 axes qui ont été triangulées.

Les résultats de l'ajustement sont repris dans le tableau ci-dessous.

Résultats a posteriori	Lambert 72
ScaleNumber	39387
GSD (m)	0.236
Sigma0 (µm)	1.7
IM_RMS_Auto_X (µm)	0.9
IM_RMS_Auto_Y (µm)	1.5

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

IM_RMS_Manu_X (μm)	3.0
IM_RMS_Manu_Y (μm)	3.1
GCP_RMSX (m)	0.027
GCP_RMSY (m)	0.018
GCP_RMSZ (m)	0.030
CHK_RMSX (m)	0.069
CHK_RMSY (m)	0.105
CHK_RMSZ (m)	0.124
GPS_RMSX (m)	0.055
GPS_RMSY (m)	0.019
GPS_RMSZ (m)	0.057
INS_RMS_Omega (deg)	0.003
INS_RMS_Phi (deg)	0.003
INS_RMS_Kappa (deg)	0.017

Ces valeurs ne font intervenir aucun offset.

Ces résultats sont conformes, et ne nécessitent pas de traitement particulier.

Ces résultats sont utilisés pour l'extraction des paramètres d'orientation et l'exploitation ultérieure.

34.2.2 Evaluation de la classe de précision

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Match-AT permet d'utiliser toutes les mesures « image » sur les points d'appui et de contrôle pour calculer les erreurs théoriques observées lors de l'exploitation des points en levé photogrammétrique classique, dans tous les modèles stéréoscopiques possibles. Cette évaluation peut se faire une fois l'ajustement terminé.

Les valeurs obtenues sur les points d'appui sont reprises dans le tableau suivant :

Cas	RMSX (m)	RMSY (m)	RMSXY (m)	Nombre
Ajustement final (LB72)	0.146	0.155	0.213	58

Ces valeurs peuvent être utilisées pour estimer les précisions atteignables.

35. Description de l'orthorectification et du mosaïquage

35.1. Exploitation des prises de vue et des orientations livrées

La prise de vues aériennes réalisée dans le cadre de la mission est exploitée, ainsi que les orientations calculées lors de l'aérottriangulation.

35.2. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain de base utilisé est le MNT LiDAR 2014 de la Région Wallonne, sous forme de grille à 1 m de résolution.

35.3. Orthorectification et mosaïquage

Le calcul des images orthorectifiées est effectué dans le logiciel OrthoBox : OrthoMaster pour l'orthorectification et OrthoVista pour le mosaïquage.

Lors du calcul des ortho-images individuelles, avant mosaïquage, l'entièreté de l'image n'est pas orthorectifiée : une zone (quelques pourcents) est généralement coupée d'office, et les images orthorectifiées le sont avec un certain recouvrement (généralement de 10% à 30%), qui peut être

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT	 EUROSENSE
	WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

augmenté lorsque le mosaïquage dans des zones compliquées le nécessite. Le recouvrement est également déterminé par les conditions de dévers maximum.

A partir des orthophotos individuelles à pleine résolution, les lignes de mosaïquage automatiques sont générées, en intégrant les emprises de bâtiments et en paramétrant le logiciel pour éviter de couper ces derniers.

35.4. Contrôle de qualité et corrections

Le produit final de l'étape précédente est un ensemble de tuiles au format TIFF sur lesquelles un contrôle visuel est effectué. Lors de ce contrôle, les erreurs suivantes sont identifiées, marquées et classées selon leur type et leur correction possible.

Les erreurs détectées à ce stade sont :

- Des problèmes de **qualité radiométrique** (point chaud, réflexion spéculaire, netteté, nuage, lisibilité dans les ombres, etc...).
- Les **problèmes de géométrie** causés par un défaut de MNT.
- Des **problèmes de précision géométrique** : un contrôle des points de contrôle de l'aérotriangulation et des vecteurs disponibles est exécuté, documenté et rapporté afin de s'assurer de la qualité finale de l'orthophoto.

Après ce contrôle de qualité, le travail de correction interactive est réalisé.

Ce travail est fait en parallèle, d'une part sur le MNT en y intégrant des lignes de rupture du relief afin de corriger des erreurs de dédoublements, coulées de pixels, ponts et viaducs erronés, etc... ou alors en éditant les lignes de mosaïquage dans le cas de réflexions, bâtiments tronqués, etc...

Une nouvelle phase de contrôle qualité est prévue afin de valider les corrections, en repassant en revue l'intégralité des points problématiques détectés.

Les erreurs résiduelles sont ensuite corrigées par procédé infographique.

35.5. Réglage de la radiométrie

Le réglage radiométrique de la couverture orthophoto utilise les images orthorectifiées qui ne couvrent pas l'entièreté de l'image originale.

Les opérations sont effectuées dans le programme d'ajustement radiométrique et de mosaïquage « OrthoVista » de Trimble Inpho.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les réglages classiques concernent :

- La définition et l'application de corrections radiométriques spécifiques à des images individuelles ou à des groupes d'images, définies interactivement par un opérateur en utilisant l'outil « Radiometrix ».
- L'application d'un « Global tilting » corrigeant les différences locales entre les images lors du mosaïquage ; une correction radiométrique en mode cubic convolution (CC) est appliquée à chaque orthoimage en entrée ; elle veille à minimiser les écarts entre images différentes dans les zones de recouvrement, à l'instar d'une aérotriangulation dans le domaine géométrique.
- L'application de corrections supplémentaires faisant intervenir des outils d'infographie, comme Photoshop.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

36. Livraison

Les données suivantes sont produites.

36.1. Images LV3

Les images brutes livrées sont au format TIFF non comprimé, 16 bits par canal (RVB+IR).

Le nom repris pour les images LV3 reprend en premier l'indication « LV3_2021__6_ » suivit du numéro de ligne, du numéro de vol sur le bloc et enfin du numéro de la photo.

Les données sont copiées dans les répertoires « BLOC6\PART1_ORTHO&IMAGES\IMAGES ».

36.2. Orthophotos tuilées 2x2 km² à 25 cm

Les orthophotos sont livrées aux formats GeoTIFF, elles sont livrées en 16 bits et 8 bits par canal (RVB+IR).

Les fichiers reprennent les coordonnées du coin inférieur gauche de chaque tuile. La division de la coordonnée Y en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 premiers chiffres du nom de la maille. La division de la coordonnée X en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 derniers chiffres du nom de la maille.

L'indication "ORTHO_2021__" début le nom de l'orthophoto.

Les orthophotos du bloc 6 ont été regroupés par répertoires portant le nom des planches IGN 1/50000.

Les données sont copiées dans le répertoire « BLOC6\PART1_ORTHO&IMAGES\ORTHO ».

Les résultats du contrôle de précision géométrique sont repris dans le shapefile « ORTHO_QC_XY_B6.shp » dans le répertoire « BLOC6\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

36.3. Métadonnées « tuilage »

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les lignes de mosaïquage sont reprises dans le shapefile « TUILAGE_B6.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC6\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de tuilage ont été importées dans une FGBD appelée « B6_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC6\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

36.4. Métadonnées « maillage »

Les données du maillage sont reprises dans le shapefile « MAILLAGE_B6.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC6\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de maillage ont été importées dans une FGBD appelée « B6_O2021.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC6\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

36.5. Rapport

Le présent rapport dans le répertoire « BLOC6\PART1_ORTHO&IMAGES\RAPPORT ».

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Bloc07 2021
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage – Bloc07
Référence	Bloc07_SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_V1.docx
Version	1
Date	20/04/2021
Auteur	AL / GTi
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	20/04/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

37. BLOC7: Introduction

Le présent rapport concerne la stéréopréparation, les clichés aériens, l'aérotriangulation, l'orthorectification, le mosaïquage et enfin le contenu de la livraison du bloc 7 pour le SPW.

Il décrit succinctement la méthode suivie, les résultats obtenus, le contenu et l'organisation de la livraison.

38. Généralités

38.1. Canevas de référence

Le canevas planimétrique de base correspond au système géodésique de référence national Lambert 72 belge. Le canevas altimétrique de base correspond au Deuxième Nivellement Général du Royaume (DNG).

Les transformations entre les références ETRS89 et Lambert 72 sont effectuées en utilisant le programme cConvert v6.01 de l'IGN.

38.2. Résolution au sol

La résolution au sol des orthophotos est de 25 cm.

38.3. Zones militaires

Les zones militaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 14/05/2019, et de nouveau confirmée par l'officier de sécurité de l'IGN le 10/03/2021.

Les installations nucléaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 20/05/2020.

Conformément aux nouvelles spécifications, aucune zone tampon n'a été ajoutée.

Elles ont été identifiées dans les prises de vues et la résolution y a été limitée conformément aux spécifications, par remplacement de la valeur RGB de chaque pixel par la valeur RGB « nearest neighbour » des pixels de la cellule.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

La présence des zones militaires définit le besoin de deux exemplaires pour la livraison de chaque produit :

- Un exemplaire avec les zones militaires masquées ou « image dégradée »
- Un exemplaire à pleine résolution sans masquage ou « image non dégradée »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

39. Stéréopréparation

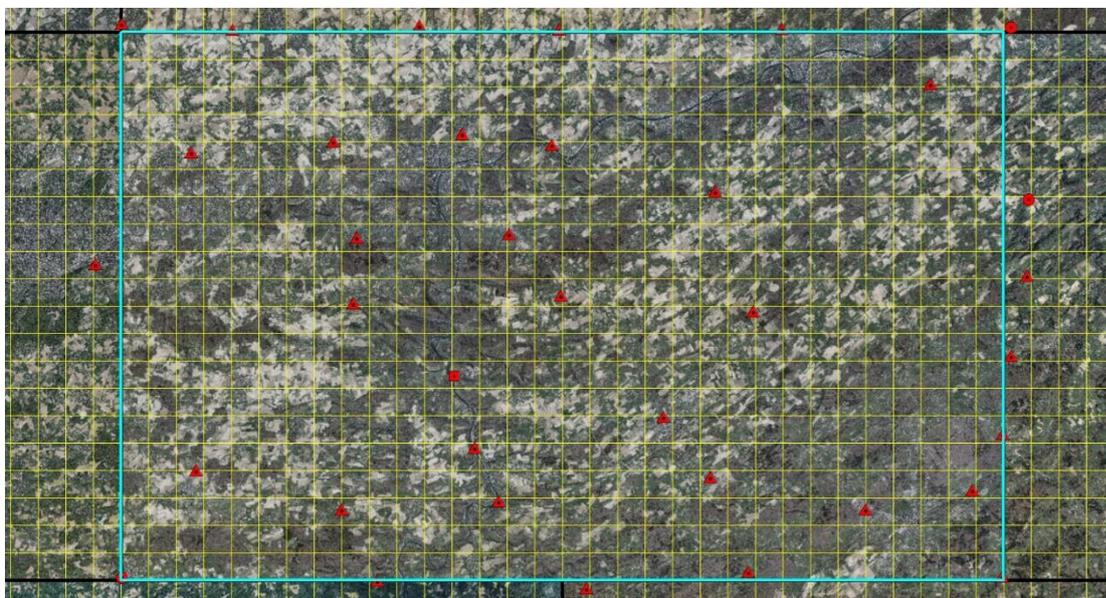
39.1. Généralités et listes des points utilisés

Les points d'appui et de contrôle utilisés pour l'aérotriangulation proviennent des anciennes missions réalisées pour l'adjudicateur sous deux fichiers Excel :

- GPS2015_spw.xls
- Wallonia_GCPs2012_2013.xlsx

39.2. Vue d'ensemble de la répartition des points d'appui

La vue suivante montre la distribution des points d'appui.



Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

40. Aérotriangulation

40.1. Méthode générale

La méthode générale utilisée pour le calage des images est décrite ci-dessous :

- Acquisition des images, avec mesure dGPS/INS durant le vol
- Détermination de la trajectoire
- Mesure des points de stéréopréparation dans toutes les images où ils sont visibles
- Détermination automatique des points de liaison par corrélation d'image
- Edition des points de liaison : enlèvement des points mal situés ; ajout de points dans certaines zones ; densification si nécessaire
- Vérification de la liaison des images et des bandes
- Détermination de paramètres de calibration (boresight) et nouvel import des données dGPS/INS, pour chaque mission
- Compensation en bloc globale supportée par les données dGPS/INS affinées
- Compensation globale avec détermination de paramètres de correction additionnels
- Compensation finale avec une définition de caméra standard et une orientation absolue distribuant au mieux les erreurs résiduelles

L'aérotriangulation a été effectuée à l'aide du programme Match-AT 5.5, de INPHO Trimble, sur une machine dotée d'un processeur quad-core. Les résultats ont été validés et affinés en utilisant le logiciel BINGO de GIP.

40.2. Résultat

40.2.1 Ajustement final

Les valeurs a priori des paramètres sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeurs a priori	Valeurs
GCP_RMSXY (m)	0.050
GCP_RMSZ (m)	0.100

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

IM_Auto_RMS (μm)	2.0
IM_Manual_RMS (μm)	2.0
GPS_RMSX (m)	0.050
GPS_RMSY (m)	0.050
GPS_RMSZ (m)	0.050
INS_RMS_Omega (deg)	0.010
INS_RMS_Phi (deg)	0.010
INS_RMS_Kappa (deg)	0.020
Photos	621
Axes	11

Le projet comprend 621 images en 11 axes qui ont été triangulées.

Les résultats de l'ajustement sont repris dans le tableau ci-dessous.

Résultats a posteriori	Lambert 72
ScaleNumber	53471
GSD (m)	0.211
Sigma0 (μm)	0.8
IM_RMS_Auto_X (μm)	0.7
IM_RMS_Auto_Y (μm)	0.6
IM_RMS_Manu_X (μm)	1.0
IM_RMS_Manu_Y (μm)	1.1
GCP_RMSX (m)	0.036

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

GCP_RMSY (m)	0.042
GCP_RMSZ (m)	0.055
GPS_RMSX (m)	0.011
GPS_RMSY (m)	0.012
GPS_RMSZ (m)	0.042
INS_RMS_Omega (deg)	0.002
INS_RMS_Phi (deg)	0.007
INS_RMS_Kappa (deg)	0.010

Ces valeurs ne font intervenir aucun offset.

Ces résultats sont conformes, et ne nécessitent pas de traitement particulier.

Ces résultats sont utilisés pour l'extraction des paramètres d'orientation et l'exploitation ultérieure.

40.2.2 Evaluation de la classe de précision

Match-AT permet d'utiliser toutes les mesures « image » sur les points d'appui et de contrôle pour calculer les erreurs théoriques observées lors de l'exploitation des points en levé photogrammétrique classique, dans tous les modèles stéréoscopiques possibles. Cette évaluation peut se faire une fois l'ajustement terminé.

Les valeurs obtenues sur les points d'appui sont reprises dans le tableau suivant :

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Cas	RMSX (m)	RMSY (m)	RMSXY (m)	Nombre
Ajustement final (LB72)	0.076	0.123	0.145	33

Ces valeurs peuvent être utilisées pour estimer les précisions atteignables.

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

41. Description de l'orthorectification et du mosaïquage

41.1. Exploitation des prises de vue et des orientations livrées

La prise de vues aériennes réalisée dans le cadre de la mission est exploitée, ainsi que les orientations calculées lors de l'aérotriangulation.

41.2. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain de base utilisé les le MNT LiDAR 2014 de la Région Wallonne, sous forme de grille à 1 m de résolution.

41.3. Orthorectification et mosaïquage

Le calcul des images orthorectifiées est effectué dans le logiciel OrthoBox : OrthoMaster pour l'orthorectification et OrthoVista pour le mosaïquage.

Lors du calcul des ortho-images individuelles, avant mosaïquage, l'entièreté de l'image n'est pas orthorectifiée : une zone (quelques pourcents) est généralement coupée d'office, et les images orthorectifiées le sont avec un certain recouvrement (généralement de 10% à 30%), qui peut être augmenté lorsque le mosaïquage dans des zones compliquées le nécessite. Le recouvrement est également déterminé par les conditions de dévers maximum.

A partir des orthophotos individuelles à pleine résolution, les lignes de mosaïquage automatiques sont générées, en intégrant les emprises de bâtiments et en paramétrant le logiciel pour éviter de couper ces derniers.

41.4. Contrôle de qualité et corrections

Le produit final de l'étape précédente est un ensemble de tuiles au format TIFF sur lesquelles un contrôle visuel est effectué. Lors de ce contrôle, les erreurs suivantes sont identifiées, marquées et classées selon leur type et leur correction possible.

Les erreurs détectées à ce stade sont :

- Des problèmes de **qualité radiométrique** (point chaud, réflexion spéculaire, netteté, nuage, lisibilité dans les ombres, etc...).
- Les **problèmes de géométrie** causés par un défaut de MNT.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

- Des **problèmes de précision géométrique** : un contrôle des points de contrôle de l'aérotriangulation et des vecteurs disponibles est exécuté, documenté et rapporté afin de s'assurer de la qualité finale de l'orthophoto.

Après ce contrôle de qualité, le travail de correction interactive est réalisé.

Ce travail est fait en parallèle, d'une part sur le MNT en y intégrant des lignes de rupture du relief afin de corriger des erreurs de dédoublements, coulées de pixels, ponts et viaducs erronés, etc... ou alors en éditant les lignes de mosaïquage dans le cas de réflexions, bâtiments tronqués, etc...

Une nouvelle phase de contrôle qualité est prévue afin de valider les corrections, en repassant en revue l'intégralité des points problématiques détectés.

Les erreurs résiduelles sont ensuite corrigées par procédé infographique.

41.5. Réglage de la radiométrie

Le réglage radiométrique de la couverture orthophoto utilise les images orthorectifiées qui ne couvrent pas l'entièreté de l'image originale.

Les opérations sont effectuées dans le programme d'ajustement radiométrique et de mosaïquage « OrthoVista » de Trimble Inpho.

Les réglages classiques concernent :

- La définition et l'application de corrections radiométriques spécifiques à des images individuelles ou à des groupes d'images, définies interactivement par un opérateur en utilisant l'outil « Radiometrix ».
- L'application d'un « Global tilting » corrigeant les différences locales entre les images lors du mosaïquage ; une correction radiométrique en mode cubic convolution (CC) est appliquée à chaque orthoimage en entrée ; elle veille à minimiser les écarts entre images différentes dans les zones de recouvrement, à l'instar d'une aérotriangulation dans le domaine géométrique.
- L'application de corrections supplémentaires faisant intervenir des outils d'infographie, comme Photoshop.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

42. Livraison

Les données suivantes sont produites.

42.1. Images LV3

Les images brutes livrées sont au format TIFF non comprimé, 16 bits par canal (RVB+IR).

Le nom repris pour les images LV3 reprend en premier l'indication « LV3_2020_ » suivit du numéro de ligne, du numéro de vol sur le bloc et enfin du numéro de la photo.

Les données sont copiées dans les répertoires « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\IMAGES ».

42.2. Orthophotos tuilées 2x2 km² à 25 cm

Les orthophotos sont livrées aux formats GeoTIFF, elles sont livrées en 16 bits et 8 bits par canal (RVB+IR).

Les fichiers reprennent les coordonnées du coin inférieur gauche de chaque tuile. La division de la coordonnée Y en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 premiers chiffres du nom de la maille. La division de la coordonnée X en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 derniers chiffres du nom de la maille.

L'indication "ORTHO_2020__" début le nom de l'orthophoto.

Les orthophotos du bloc04 ont été regroupés par répertoires portant le nom des planches IGN 1/50000.

Les données sont copiées dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\ORTHO ».

Les résultats du contrôle de précision géométrique sont repris dans le shapefile « ORTHO_QC_XY_B4.shp » dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

42.3. Métadonnées « tuilage »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les lignes de mosaïquage sont reprises dans le shapefile « TUILAGE_B4.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de tuilage ont été importées dans une FGBD appelée « B4_O2020.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

42.4. Métadonnées « maillage »

Les données du maillage sont reprises dans le shapefile « MAILLAGE_B4.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de maillage ont été importées dans une FGBD appelée « B4_O2020.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

42.5. Rapport

Le présent rapport dans le répertoire « BLOC4\PART1_ORTHO&IMAGES\RAPPORT ».

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

**Stéréopréparation – Aérotriangulation –
Orthorectification – Mosaïquage
Bloc08 2021
BDL 1880_03**

Identification du document

Projet	BDL 1880_03
Titre du document	Stéréopréparation - Aérotriangulation – Orthorectification – Mosaïquage – Bloc08
Référence	Bloc08_SPW_2021_STEREO_AERO_ORTHO_rapport_V1.docx
Version	1
Date	20/04/2021
Auteur	AL / GTi
Destination	SPW / Tous concernés

Statut du document

Version	Date	Objet de la version	Auteur
1	20/04/2021	Rédaction	AL (WALPHOT)
2	27/05/2021	Rédaction finale	GTi

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

43. BLOC8: Introduction

Le présent rapport concerne la stéréopréparation, les clichés aériens, l'aérotriangulation, l'orthorectification, le mosaïquage et enfin le contenu de la livraison du bloc 7 pour le SPW.

Il décrit succinctement la méthode suivie, les résultats obtenus, le contenu et l'organisation de la livraison.

44. Généralités

44.1. Canevas de référence

Le canevas planimétrique de base correspond au système géodésique de référence national Lambert 72 belge. Le canevas altimétrique de base correspond au Deuxième Nivellement Général du Royaume (DNG).

Les transformations entre les références ETRS89 et Lambert 72 sont effectuées en utilisant le programme cConvert v6.01 de l'IGN.

44.2. Résolution au sol

La résolution au sol des orthophotos est de 25 cm.

44.3. Zones militaires

Les zones militaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 14/05/2019, et de nouveau confirmée par l'officier de sécurité de l'IGN le 10/03/2021.

Les installations nucléaires à masquer sont définies dans la version reçue de l'IGN datant du 20/05/2020.

Conformément aux nouvelles spécifications, aucune zone tampon n'a été ajoutée.

Elles ont été identifiées dans les prises de vues et la résolution y a été limitée conformément aux spécifications, par remplacement de la valeur RGB de chaque pixel par la valeur RGB « nearest neighbour » des pixels de la cellule.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

La présence des zones militaires définit le besoin de deux exemplaires pour la livraison de chaque produit :

- Un exemplaire avec les zones militaires masquées ou « image dégradée »
- Un exemplaire à pleine résolution sans masquage ou « image non dégradée »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

45. Stéréopréparation

45.1. Généralités et listes des points utilisés

Les points d'appui et de contrôle utilisés pour l'aérotriangulation proviennent des anciennes missions réalisées pour l'adjudicateur sous deux fichiers Excel :

- GPS2015_spw.xls
- Wallonia_GCPs2012_2013.xlsx

45.2. Vue d'ensemble de la répartition des points d'appui

La vue suivante montre la distribution des points d'appui.



	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service publique de Wallonie Département de la géomatique		
	WALPHOT sa	EUROSENSE sprl
	Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

46. Aérotriangulation

46.1. Méthode générale

La méthode générale utilisée pour le calage des images est décrite ci-dessous :

- Acquisition des images, avec mesure dGPS/INS durant le vol
- Détermination de la trajectoire
- Mesure des points de stéréopréparation dans toutes les images où ils sont visibles
- Détermination automatique des points de liaison par corrélation d'image
- Edition des points de liaison : enlèvement des points mal situés ; ajout de points dans certaines zones ; densification si nécessaire
- Vérification de la liaison des images et des bandes
- Détermination de paramètres de calibration (boresight) et nouvel import des données dGPS/INS, pour chaque mission
- Compensation en bloc globale supportée par les données dGPS/INS affinées
- Compensation globale avec détermination de paramètres de correction additionnels
- Compensation finale avec une définition de caméra standard et une orientation absolue distribuant au mieux les erreurs résiduelles

L'aérotriangulation a été effectuée à l'aide du programme Match-AT 5.5, de INPHO Trimble, sur une machine dotée d'un processeur quad-core. Les résultats ont été validés et affinés en utilisant le logiciel BINGO de GIP.

46.2. Résultat

46.2.1 Ajustement final

Les valeurs a priori des paramètres sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Valeurs a priori	Valeurs
GCP_RMSXY (m)	0.050
GCP_RMSZ (m)	0.100

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

IM_Auto_RMS (μm)	2.0
IM_Manual_RMS (μm)	2.0
GPS_RMSX (m)	0.050
GPS_RMSY (m)	0.050
GPS_RMSZ (m)	0.050
INS_RMS_Omega (deg)	0.010
INS_RMS_Phi (deg)	0.010
INS_RMS_Kappa (deg)	0.020
Photos	640
Axes	12

Le projet comprend 640 images en 12 axes qui ont été triangulées.

Les résultats de l'ajustement sont repris dans le tableau ci-dessous.

Résultats a posteriori	Lambert 72
ScaleNumber	53378
GSD (m)	0.214
Sigma0 (μm)	0.9
IM_RMS_Auto_X (μm)	0.6
IM_RMS_Auto_Y (μm)	0.7
IM_RMS_Manu_X (μm)	0.8
IM_RMS_Manu_Y (μm)	0.9
GCP_RMSX (m)	0.027

Service publique de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

GCP_RMSY (m)	0.043
GCP_RMSZ (m)	0.065
GPS_RMSX (m)	0.011
GPS_RMSY (m)	0.011
GPS_RMSZ (m)	0.034
INS_RMS_Omega (deg)	0.002
INS_RMS_Phi (deg)	0.009
INS_RMS_Kappa (deg)	0.012

Ces valeurs ne font intervenir aucun offset.

Ces résultats sont conformes, et ne nécessitent pas de traitement particulier.

Ces résultats sont utilisés pour l'extraction des paramètres d'orientation et l'exploitation ultérieure.

46.2.2 Evaluation de la classe de précision

Match-AT permet d'utiliser toutes les mesures « image » sur les points d'appui et de contrôle pour calculer les erreurs théoriques observées lors de l'exploitation des points en levé photogrammétrique classique, dans tous les modèles stéréoscopiques possibles. Cette évaluation peut se faire une fois l'ajustement terminé.

Les valeurs obtenues sur les points d'appui sont reprises dans le tableau suivant :

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Cas	RMSX (m)	RMSY (m)	RMSXY (m)	Nombre
Ajustement final (LB72)	0.064	0.105	0.122	38

Ces valeurs peuvent être utilisées pour estimer les précisions atteignables.

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique	 WALPHOT WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

47. Description de l'orthorectification et du mosaïquage

47.1. Exploitation des prises de vue et des orientations livrées

La prise de vues aériennes réalisée dans le cadre de la mission est exploitée, ainsi que les orientations calculées lors de l'aérotriangulation.

47.2. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain de base utilisé est le MNT LiDAR 2014 de la Région Wallonne, sous forme de grille à 1 m de résolution.

47.3. Orthorectification et mosaïquage

Le calcul des images orthorectifiées est effectué dans le logiciel OrthoBox : OrthoMaster pour l'orthorectification et OrthoVista pour le mosaïquage.

Lors du calcul des ortho-images individuelles, avant mosaïquage, l'entièreté de l'image n'est pas orthorectifiée : une zone (quelques pourcents) est généralement coupée d'office, et les images orthorectifiées le sont avec un certain recouvrement (généralement de 10% à 30%), qui peut être augmenté lorsque le mosaïquage dans des zones compliquées le nécessite. Le recouvrement est également déterminé par les conditions de dévers maximum.

A partir des orthophotos individuelles à pleine résolution, les lignes de mosaïquage automatiques sont générées, en intégrant les emprises de bâtiments et en paramétrant le logiciel pour éviter de couper ces derniers.

47.4. Contrôle de qualité et corrections

Le produit final de l'étape précédente est un ensemble de tuiles au format TIFF sur lesquelles un contrôle visuel est effectué. Lors de ce contrôle, les erreurs suivantes sont identifiées, marquées et classées selon leur type et leur correction possible.

Les erreurs détectées à ce stade sont :

- Des problèmes de **qualité radiométrique** (point chaud, réflexion spéculaire, netteté, nuage, lisibilité dans les ombres, etc...).
- Les **problèmes de géométrie** causés par un défaut de MNT.

	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
Service public de Wallonie Département de la géomatique		
	WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

- Des **problèmes de précision géométrique** : un contrôle des points de contrôle de l'aérotriangulation et des vecteurs disponibles est exécuté, documenté et rapporté afin de s'assurer de la qualité finale de l'orthophoto.

Après ce contrôle de qualité, le travail de correction interactive est réalisé.

Ce travail est fait en parallèle, d'une part sur le MNT en y intégrant des lignes de rupture du relief afin de corriger des erreurs de dédoublements, coulées de pixels, ponts et viaducs erronés, etc... ou alors en éditant les lignes de mosaïquage dans le cas de réflexions, bâtiments tronqués, etc...

Une nouvelle phase de contrôle qualité est prévue afin de valider les corrections, en repassant en revue l'intégralité des points problématiques détectés.

Les erreurs résiduelles sont ensuite corrigées par procédé infographique.

47.5. Réglage de la radiométrie

Le réglage radiométrique de la couverture orthophoto utilise les images orthorectifiées qui ne couvrent pas l'entièreté de l'image originale.

Les opérations sont effectuées dans le programme d'ajustement radiométrique et de mosaïquage « OrthoVista » de Trimble Inpho.

Les réglages classiques concernent :

- La définition et l'application de corrections radiométriques spécifiques à des images individuelles ou à des groupes d'images, définies interactivement par un opérateur en utilisant l'outil « Radiometrix ».
- L'application d'un « Global tilting » corrigeant les différences locales entre les images lors du mosaïquage ; une correction radiométrique en mode cubic convolution (CC) est appliquée à chaque orthoimage en entrée ; elle veille à minimiser les écarts entre images différentes dans les zones de recouvrement, à l'instar d'une aérotriangulation dans le domaine géométrique.
- L'application de corrections supplémentaires faisant intervenir des outils d'infographie, comme Photoshop.

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

48. Livraison

Les données suivantes sont produites.

48.1. Images LV3

Les images brutes livrées sont au format TIFF non comprimé, 16 bits par canal (RVB+IR).

Le nom repris pour les images LV3 reprend en premier l'indication « LV3_2021_ » suivit du numéro de ligne, du numéro de vol sur le bloc et enfin du numéro de la photo.

Les données sont copiées dans les répertoires « BLOC8\PART1_ORTHO&IMAGES\IMAGES ».

48.2. Orthophotos tuilées 2x2 km² à 25 cm

Les orthophotos sont livrées aux formats GeoTIFF, elles sont livrées en 16 bits et 8 bits par canal (RVB+IR).

Les fichiers reprennent les coordonnées du coin inférieur gauche de chaque tuile. La division de la coordonnée Y en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 premiers chiffres du nom de la maille. La division de la coordonnée X en mètres (en lambert Belge 72) de l'origine de la maille par 2000 définira les 4 derniers chiffres du nom de la maille.

L'indication "ORTHO_2020__" début le nom de l'orthophoto.

Les orthophotos du bloc08 ont été regroupés par répertoires portant le nom des planches IGN 1/50000.

Les données sont copiées dans le répertoire « BLOC8\PART1_ORTHO&IMAGES\ORTHO ».

Les résultats du contrôle de précision géométrique sont repris dans le shapefile « ORTHO_QC_XY_B8.shp » dans le répertoire « BLOC8\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

48.3. Métadonnées « tuilage »

Service public de Wallonie Département de la géomatique	Id/TE/BDL1880_03	
	Association Momentanée	
	 WALPHOT sa Chaussée de Liège 221 B-5100 NAMUR	 EUROSENSE sprl Avenue des Nerviens 54 B-1780 WEMMEL

Les lignes de mosaïquage sont reprises dans le shapefile « TUILAGE_B8.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC8\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de tuilage ont été importées dans une FGBD appelée « B8_O2020.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC8\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

48.4. Métadonnées « maillage »

Les données du maillage sont reprises dans le shapefile « MAILLAGE_B8.shp ». Il est copié dans le répertoire « BLOC8\PART1_ORTHO&IMAGES\SHP ».

De plus les métadonnées de maillage ont été importées dans une FGBD appelée « B8_O2020.gdb » et copiée dans le répertoire « BLOC8\PART1_ORTHO&IMAGES\FGBD ».

48.5. Rapport

Le présent rapport dans le répertoire « BLOC8\PART1_ORTHO&IMAGES\RAPPORT ».

***** Fin du document *****