

8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15  
Prinses Elisabethlaan 69  
Instituut voor Marine Wetenschappelijk Onderzoek  
Institute for Marine Scientific Research



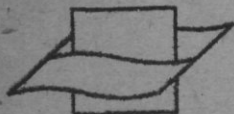
ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

12044

EXTRAIT DES BULLETINS

DE LA

# CLASSE DES SCIENCES



Vlaams Instituut voor de Zee  
Flanders Marine Institute

Séance du 21 avril 1928, pp. 229-248

5<sup>e</sup> SÉRIE. — TOME XIV

Résumé du rapport de la Section géodésique  
de l'Institut cartographique militaire

PAR

M. MAURY

BRUXELLES

MARCEL HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

112, Rue de Louvain, 112

1928

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Extrait des *Bulletins de la Classe des Sciences*, 5<sup>e</sup> série, t. XIV, n<sup>o</sup> 4,  
Séance du 21 avril 1928, pp. 229-248.

---

**Résumé du rapport de la Section géodésique  
de l'Institut cartographique militaire,**

par M. MAURY (1).

INTRODUCTION.

Dans le courant du mois de mai 1927, à la suite d'une demande officielle du gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, le service géodésique s'est vu chargé d'établir un réseau complet de triangulation sur le territoire grand-ducal.

Cette circonstance a provoqué une activité toute spéciale dans le domaine du premier ordre, où les travaux détaillés ci-après ont été exécutés :

- 1<sup>o</sup> Construction de trois signaux de grande hauteur ;
- 2<sup>o</sup> Reconnaissance du réseau de premier ordre du Grand-Duché ;
- 3<sup>o</sup> Aménagement et mesure d'une base de 5<sup>km</sup>500 entre Habay-la-Neuve et Étalle.

Les travaux indiqués aux 1<sup>o</sup> et 3<sup>o</sup> ci-dessus intéressent également le rattachement franco-belge.

A été examiné également le rattachement à la triangulation de premier ordre du campanile des nouveaux bâtiments de l'Université libre de Bruxelles.

Des observations astronomiques ont été commencées par l'Institut d'astronomie de l'Université, aux fins d'obtenir les coordonnées absolues du campanile d'une manière précise. Ces observations ont porté sur la détermination de la longitude.

Le réajustement du premier ordre ancien, suffisant actuellement, en étendue, pour appuyer les travaux d'ordre inférieur, n'a

---

(1) Présenté par M. Stroobant.

pas été poussé plus loin. Dès que l'extension vers le Sud du deuxième ordre le demandera, le remaniement sera repris suivant le plan arrêté en 1926.

Le réajustement du point de Bruxelles Saint-Joseph a été calculé, ce qui a permis d'établir les valeurs rectifiées des coordonnées du premier ordre nouvellement compensé, sur l'ellipsoïde de Delambre et avec les données origines employées lors du premier calcul. Il en a été déduit des remarques importantes, ainsi qu'une méthode de conversion des coordonnées cartographiques Lambert en coordonnées Bonne.

En deuxième et troisième ordres, les mesures ont été continuées suivant les directives adoptées antérieurement, dans la zone comprise entre Bruxelles et Gand. La partie nouvellement mesurée s'appuie au Nord et à l'Est sur le réseau déjà établi et se termine à l'Ouest et au Sud à la ligne Gand-Audenhove-Sainte-Marie-Castre-Lion de Waterloo-Bierges.

Un réseau de deuxième ordre auxiliaire, appuyant le troisième ordre particulièrement dense, a été prévu pour l'agglomération bruxelloise et ses environs immédiats. Les mesures en ont été commencées mais ne sont pas entièrement terminées.

Au point de vue du calcul, quatre groupes nouveaux de deuxième ordre ont été compensés et rattachés au premier ordre.

Les calculs de troisième ordre ont été relativement moins actifs.

La compensation des quatre groupes nouveaux de deuxième ordre permettra de liquider un arriéré important en troisième ordre au cours de 1928.

Au point de vue cartographique a été étudié le problème de la transformation des coordonnées Lambert, fournies par les nouveaux réseaux, en coordonnées Bonne du système de la carte. La solution est établie d'une manière pratiquement commode, avec une exactitude suffisante pour la revision des cartes sur la

base des calculs nouveaux et pour toutes les applications militaires.

Le détail des travaux mentionnés ci-dessus se trouve exposé dans le présent rapport, qui comprend les chapitres et paragraphes suivants :

*Première partie.* Travaux sur le terrain : 1° premier ordre; 2° deuxième et troisième ordres; 3° signaux.

*Deuxième partie.* Travaux de calculs : 1° premier ordre; 2° deuxième et troisième ordres; 3° calculs cartographiques et divers.

## PREMIÈRE PARTIE : TRAVAUX SUR LE TERRAIN.

### I. Premier ordre.

#### 1. Triangulation du Grand-Duché de Luxembourg.

A) *Données initiales.* — Le service géodésique s'est préoccupé tout d'abord de la façon dont pourraient être obtenues les données initiales du réseau grand-ducal. La solution suivante a paru la plus logique : le réseau se trouve en contact immédiat avec une zone de jonction des triangulations belge et française, à l'extrémité orientale du parallèle d'Amiens. En ce nœud se trouvent prévues : une mesure de base et des mesures absolues de latitude, longitude et azimut. Il est donc indiqué de commencer par rattacher à ce nœud le réseau nouveau.

Les deux points d'Arlon et d'Anlier ont été choisis, pour ce rattachement, ainsi que le point de Wardin, appartenant à la triangulation de premier ordre du royaume.

La base reconnue en 1926, entre Habay-la-Neuve et Étalle, se développe favorablement sur le côté Anlier-Arlon, et les observations astronomiques pourront se faire d'une manière commode au terme de Habay-la-Neuve. Ces suggestions ont été admises par les autorités compétentes du gouvernement grand-ducal.



La question des données initiales une fois réglée, l'ordre des travaux pour 1927 fut fixé comme suit : reconnaissance générale du réseau de premier ordre, mesure de base Habay-la-Neuve-Étalle, construction des signaux de rattachement et de développement.

b) *Reconnaissance du premier ordre.* — Préparé sur la carte au 1/50.000 du Grand-Duché, en prenant comme points de départ les trois points belges d'Arlon (clocher)-Anlier (signal) et Wardin (signal), elle a permis de fixer comme suit les emplacements des signaux de premier ordre et la hauteur à leur donner :

1. Soleuvre . . . . .	10 mètres
2. Grunewald. . . . .	35 »
3. Burmerange . . . . .	42 »
4. Mompach . . . . .	5 »
5. Beffortershaide. . . . .	45 »
6. Grevels. . . . .	40 »
7. Wahlhausen . . . . .	45 »
8. Huldange . . . . .	5 »

Ces sommets correspondront à onze triangles appuyés sur la base Anlier-Arlon et rattachés au signal de Wardin. Ils seront construits au cours de 1928, trois d'entre eux au moins en maçonnerie.

c) *Mesure de la base Habay-la-Neuve-Étalle.* — Une première reconnaissance faite en 1926 avait montré la possibilité de mesurer le long de la route qui réunit les communes de Habay-la-Neuve et d'Étalle une longueur rectiligne de 5,600 mètres environ et de la développer dans des conditions favorables sur le côté de premier ordre : Anlier-Arlon, par l'intermédiaire d'un signal au mamelon 467 de la forêt de Rulles.

Une reconnaissance plus détaillée, faite en 1927, fixa l'emplacement des termes de la base, vérifia que les pentes ne dépassaient pas les limites admises et rechercha les emplace-

ments possibles pour des termes intermédiaires. La mesure proprement dite fut exécutée dans le courant de septembre.

*Appareil de base.* — L'I. C. M. dispose d'un appareil à fils d'invar, méthode Jäderin, du système Carpentier.

Le tambour porte les fils de 24 mètres, n<sup>os</sup> 592, 595, 596, 601 et 602, et le fil de 8 mètres, n<sup>o</sup> 570.

Un ruban de 4 mètres, n<sup>o</sup> 70, sert à la mesure des appoints inférieurs à 8 mètres.

Les fils n<sup>os</sup> 592, 596, 601, 602 et 570 furent renvoyés en mai au Bureau international des poids et mesures, à Sèvres, aux fins de réétalonnage.

Le fil 595 fut gardé comme fil d'exercice.

L'équipement comprenait 10 repères mobiles, 2 pieux tenseurs, une lunette d'alignement, une lunette de nivellement et les accessoires habituels de l'équipement Carpentier.

*Termes.* — Les termes de Habay et d'Étalle furent construits en juillet; le terme Nord à 300 mètres environ au nord de la borne kilométrique n<sup>o</sup> 11; le terme Sud à 300 mètres au sud de la borne kilométrique n<sup>o</sup> 16, tous deux sur l'accotement ouest de la route. Ces deux termes sont identiques; ils sont constitués par un pilier en béton armé.

Les repères sont constitués par des goujons du type Carpentier avec croix gravée. Chaque terme porte un repère supérieur qui a servi pour la mesure et un repère de contrôle souterrain. Le centrage de ces repères a été assuré par des visées au théodolite, à l'aide des regards percés dans la fondation vers le repère souterrain, lequel est complètement indépendant de la borne proprement dite.

Le repère extérieur est protégé par une coiffe en tôle d'acier.

*Division en sections.* — Afin d'éviter l'emploi de termes de « fin de journée » et pour pouvoir étudier de plus près la

précision de la mesure, il fut décidé de diviser la longueur de la base en sections facilement mesurables en une seule journée de travail et dont les extrémités seraient fixées de manière à éviter autant que possible l'emploi des étalons d'appoint. La longueur de ces sections fut choisie de 1 kilomètre à  $1\frac{1}{2}$  km. Les termes « fins de sections » ont été constitués par un pied en charpente de bois lourdement chargé, terminé par un plateau carré sur lequel fut vissée une plate-forme avec goujon, identique à celle des repères mobiles du type Carpentier.

Les emplacements des fins de sections furent fixés lors de la reconnaissance, à l'aide de mesures rapides au ruban d'acier, de manière à obtenir les longueurs indiquées ci-dessous :

*Première section (terme Nord, terme intermédiaire I) :*

47 portées de 24 mètres, soit environ 1,128 mètres.

*Deuxième section (terme I à terme II) :*

40 portées de 24 mètres, soit environ 960 mètres.

*Troisième section (terme II à terme III) :*

41 portées de 24 mètres, soit environ 984 mètres.

*Quatrième section (terme III à terme IV) :*

50 portées de 24 mètres	}	soit environ 1,216 mètres.
2 portées de 8 mètres		
1 appoint de longueur inférieure à 4 mètres		

*Cinquième section (terme IV à terme Sud) :*

53 portées de 24 mètres, soit environ 1,272 mètres.

*Alignement des termes intermédiaires.* Le profil de la route entre les termes N et S est assez accidenté. L'alignement des termes intermédiaires a été obtenu comme suit : le repère du terme Sud a été coiffé d'une mire circulaire Zeiss et pendant les périodes de soleil d'un héliographe exactement centré sur la croisée des traits, tandis que sur la verticale du terme Nord était mis en station un théodolite Breithaupt de deuxième ordre. Le

terme I a été aligné et lesté, le plateau supérieur étant maintenu horizontal.

La plate-forme d'appui du goujon mobiles a été ensuite vissée au plateau et le goujon exactement aligné et fixé à l'aide des trois vis antagonistes. L'emplacement de la base du goujon a été repéré par un trait circulaire, gravé à l'aide d'une pointe d'acier sur le cuivre de la plate-forme. Le théodolite a été transporté ensuite au terme I et centré sur l'axe du goujon. Les autres termes intermédiaires, visibles tous du terme I, ont été alignés de celui-ci, par le même procédé.

Au cours de la mesure, le théodolite a été fréquemment mis en station sur les termes intermédiaires; on a profité de cette circonstance pour vérifier l'alignement des goujons par des visées sur les termes voisins.

Aucune anomalie capable d'amener une correction sensible aux mesures n'a été constatée. La transmission des signaux entre l'observateur au théodolite et son aide se faisait par fanions.

*Alignement des repères mobiles.* Cet alignement devant être assuré dans l'équipement Carpentier à l'aide de la lunette d'alignement, de faible puissance et dépourvue de réticule, il a été nécessaire de disposer dans chaque section d'une dizaine de jalons intermédiaires; leurs emplacements ont été choisis au cours de la reconnaissance. Ces jalons étaient enfoncés dans des trous préalablement creusés dans la chaussée. Ces jalons étaient alignés avant le travail de mesure à l'aide du théodolite et d'une petite mire empruntée à l'équipement photogrammétrique de Zeiss, centrée sur le terme voisin.

Un gabaritage préalable, repéré le long des accotements de la route, a permis de disposer rapidement les trépieds repères aux distances convenables. Cette opération était nécessitée d'ailleurs par la condition d'éviter les mesures d'appoint.

Au cours des jalonnements on dut procéder également en certains endroits à des coupes de branches dans les arbres de la



route, afin de pouvoir assurer les visées directes d'un terme au suivant.

*Mesurage.* Deux méthodes se présentaient pour le mesurage de la base : la première consistait à mesurer les sections successivement d'un bout à l'autre et dans un même sens, et de reprendre ensuite l'opération dans le sens contraire. La seconde consistait à mesurer indépendamment chacune des sections, en faisant suivre immédiatement la mesure sens aller de la mesure sens retour. Cette seconde méthode nous a paru plus rationnelle pour l'étude de la précision, mieux adaptée également aux circonstances de lieu, étant donnée la possibilité de déplacements accidentels des termes intermédiaires; de plus, elle permettait l'évacuation progressive des parties de la route où la mesure était terminée.

Ce point ayant été fixé, les opérations se sont déroulées dans l'ordre suivant :

*12 septembre.* Arrivée du personnel, transport à pied d'œuvre des termes intermédiaires et du matériel de campement pour les postes de veille aux fins de sections.

Organisation des mesures de barrage de la route, de détournement du trafic et de surveillance.

*13 septembre.* Placement définitif des termes intermédiaires I et II.

*14 septembre.* Placement définitif des termes intermédiaires III et IV. Répartition du personnel de mesure et exercices préparatoires à l'aide du fil n° 595.

*15 septembre.* Première mesure de la cinquième section du terme S au terme IV.

*16 septembre.* Deuxième mesure de la cinquième section du terme IV au terme S.

*17 septembre.* Première mesure de la quatrième section du terme IV au terme III.

18 septembre. Deuxième mesure de la quatrième section du terme III au terme IV.

19 septembre. Pluie ininterrompue. Mesures impossibles.

20 septembre. Première et deuxième mesures de la troisième section.

21 septembre. Première et deuxième mesures de la deuxième section.

22 septembre. Première et deuxième mesures de la première section.

23 septembre. Mesure de vérification sur la cinquième section ; du terme S au terme IV.

ORGANISATION DU TRAVAIL. Les opérations de mesure ont été dirigées par M. Maury. Le personnel se trouvait groupé comme suit :

*Équipe des repères mobiles* : Commandant Vreux, M. Wuyts et trois auxiliaires pour les transports.

*Équipe des fils*. Observateurs : M. Maury, capitaine Vincent ; secrétaire : M. Daubresse, deux auxiliaires aux piquets tenseurs, deux porteurs de fils.

*Première équipe de nivellement*. Capitaine Michel, un auxiliaire.

*Deuxième équipe de nivellement*. Lieutenants Magis et Bunag, deux auxiliaires porte-mires.

*Équipe de calculs*. Sous la direction de M. Daubresse, MM. Bourlet, Wuyts et deux auxiliaires.

*Équipe de surveillance*. Constituée par le personnel militaire disponible.

L'effectif total affecté à la mesure comprenait ainsi :

Civils . . . . .	5
Officiers . . . . .	5
Sous-officiers . . . . .	2
Soldats . . . . .	15

L'équipe des repères mobiles était chargée de la pose des trépieds repères, de leur alignement et de leur transport.

Le gabaritage préalable exécuté au cours d'une reconnaissance a facilité sa tâche, qui se compliquait ici de la nécessité d'éviter les mesures d'appoint dans quatre des sections.

L'alignement était assuré par le jalonnement exécuté avant le commencement de la mesure.

La distance des jalons entre eux variait de 100 à 150 mètres; elle permettait l'emploi commode de la lunette d'alignement de l'équipement Carpentier.

L'équipe des fils comprenait : les deux observateurs, dont les places furent alternées toutes les dix portées, et le secrétaire, chargé de l'inscription des lectures, de leur vérification et du relevé de la température.

Deux fils, les n<sup>os</sup> 592 et 596, ont été employés pour la mesure des portées. Il était fait cinq lectures pour chaque fil; l'écart maximum toléré a été, pour les deux premiers jours de travail, 0<sup>mm</sup>5; pour les autres jours, 0<sup>mm</sup>3.

La température était lue, pour chaque portée, à l'aide d'un thermomètre fronde.

Le fil n<sup>o</sup> 601 a été employé comme fil de comparaison.

A cet effet, la deuxième et l'avant-dernière portée de chaque mesure ont été mesurées avec les trois fils n<sup>os</sup> 592, 596 et 601.

Le fil n<sup>o</sup> 602 a été gardé comme réserve, enroulé sur le tambour.

Les deux fils de mesure étaient, pour le transport pendant la mesure, fixés à deux pieux ferrés.

Ces pieux étaient tenus par deux auxiliaires et les fils y étaient fixés à l'aide de crampons distants, dans le sens vertical, de 0<sup>m</sup>50.

Pendant le déplacement d'une portée à la suivante, les observateurs soutenaient les fils au tiers avant et au tiers arrière de leur longueur, afin d'empêcher les chocs et les ballottements.

Le nivellement a été effectué de deux manières différentes. La première équipe travaillait avec la lunette de nivellement Carpentier, qui donne directement la valeur des pentes.

Ces valeurs ont été employées pour un calcul provisoire des longueurs de sections, effectué sur le terrain.

Vu l'importance des pentes rencontrées, ce nivellement a été doublé, pour l'établissement des calculs définitifs, d'un nivellement horizontal d'une précision supérieure à celle que fournit la lunette Carpentier. L'appareil employé est un niveau Zeiss n° 2 à fiole retournable avec mire en centimètres, reposant sur un sabot en fonte.

L'appareil était, en principe, mis en station à hauteur du milieu de chaque intervalle de cinq portées consécutives.

La mire était placée successivement à proximité immédiate de chacun des trépieds-repères. La hauteur de mire correspondant au goujon était obtenue à l'aide d'une équerre glissant le long de la mire, maintenue verticale à l'aide d'un petit niveau sphérique. Ce nivellement, contrôlé par la fermeture sur les termes de chaque section, donne les cotes relatives des goujons et, par les longueurs des portées calculées en première approximation, les pentes pour le calcul des corrections définitives.

Une équipe de calcul, destinée à assurer le contrôle des opérations sur le terrain, a été constituée. Elle était chargée de la préparation des carnets d'inscriptions et des calculs provisoires destinés à déceler les anomalies et les erreurs grossières qui auraient pu se produire au cours des opérations de mesure aux fils ou au niveau. Elle était pourvue de deux petites machines à calculer, des tables de réduction à l'horizon de Guillaume et Benoît, ainsi que de tables de correction de température et d'étalonnage des fils employés.

Toute mesure d'une section débutait par le jalonnement, auquel prenait part tout le personnel disponible sur le terrain. L'équipe d'alignement commençait son travail dès qu'elle pouvait disposer des jalons nécessaires. Les deux équipes de nivellement entraient en action, tandis que l'équipe de mesure déroulait ses fils, procédait aux comparaisons, réenroulait le fil n° 601, puis entamait son travail régulier.



Au cours de la mesure, certaines données ont été relevées dans le but de parfaire la discussion des résultats définitifs, notamment :

La variation de la température, fournie par un thermomètre enregistreur.

La vérification du centrage des traits repères des goujons des termes intermédiaires.

Ces goujons, du type Carpentier, à pan coupé, se présentaient dans deux positions à  $180^\circ$  pour les deux sens dans lesquels s'effectuaient les mesures.

Les fils ont été renvoyés à Sèvres, pour nouvel étalonnage, dans le courant du mois de novembre. Les calculs définitifs ne seront faits que quand les résultats de cette opération seront connus.

Le terme de Habay sera, au cours de la prochaine saison de travail, réuni au nivellement de précision belge par un polygone de nivellement précis partant du repère de la gare de Habay.

La surveillance des termes intermédiaires a été assurée par quatre petits détachements, dont trois furent logés sous des tentes-abris. Ils détachaient les sentinelles chargées de veiller aux barrières placées en travers de la route et des chemins transversaux.

La mesure complète de la base, d'une longueur de 5,555 mètres, a demandé sept jours de mesures effectives.

Cette vitesse aurait pu être augmentée notablement si le travail n'avait été entravé par un temps particulièrement défavorable.

Les résultats provisoires obtenues sont donnés ci-contre.

## II. Rattachement au réseau de premier ordre du campanile de l'Université de Bruxelles.

Les nouveaux bâtiments de l'Université de Bruxelles occupent un point élevé de l'agglomération bruxelloise. Un campanile

SECTION.	Longueur mesurée.				MOYENNE.	Écarts ou Δ.				$\varepsilon = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n-1}}$ (erreur moyenne d'une mesure isolée).	
	ALLER.		RETOUR.			ALLER.		RETOUR.			
	Fil n° 592	Fil n° 596	Fil n° 592	Fil n° 596		Fil n° 592	Fil n° 596	Fil n° 592	Fil n° 596		
I	1.127 <sup>m</sup>	055,16 <sup>mm</sup>	056,12 <sup>mm</sup>	056,72 <sup>mm</sup>	057,68 <sup>mm</sup>	056,42 <sup>mm</sup>	-1,26	-0,30	0,30	1,26	$\sqrt{1,12} = 1,06$
II	938 <sup>m</sup>	364,34	364,80	364,49	364,15	364,45	-0,11	0,35	0,04	-0,30	$\sqrt{0,08} = 0,28$
III	983 <sup>m</sup>	139,58	141,08	140,55	141,13	140,59	-1,01	0,49	-0,04	0,54	$\sqrt{0,52} = 0,72$
IV	1.215 <sup>m</sup>	619,90	620,95	615,26	617,78	618,72	1,48	2,23	-2,46	-0,94	$\sqrt{4,43} = 2,11$
V	1.270 <sup>m</sup>	585,78	586,38	587,68	589,99	587,46	-1,68	-1,08	0,22	2,53	$\sqrt{3,48} = 1,87$
TOTAL.	5.554 <sup>m</sup>	764,76	769,33	765,70	770,73	767,64	-2,88	1,69	-1,94	3,09	$\sqrt{9,63} = 3,10$ (*) $\sqrt{8,45} = 2,85$ (**)

Erreur moyenne d'une mesure isolée de la Base.

(\*) En la considérant comme fonction des erreurs moyennes de chaque mesure isolée d'une section.

$$\mathcal{E}'_z = \mathcal{E}'_1 + \mathcal{E}'_2 + \mathcal{E}'_3 + \mathcal{E}'_4 + \mathcal{E}'_5$$
$$\mathcal{E}'_z = 3,10$$

(\*\*) En la considérant dans son ensemble.

$$\mathcal{E}''_z = 2,85.$$

Erreur moyenne de la moyenne des quatre mesures.

$$m' = \frac{\mathcal{E}'}{2} = 1^{\text{mm}}55$$
$$m'' = \frac{\mathcal{E}''}{2} = 1^{\text{mm}}43.$$

d'une cinquantaine de mètres de hauteur est prévu pour la façade actuellement en construction.

Il a paru intéressant d'assurer le rattachement au réseau de 1<sup>er</sup> ordre de cette construction et d'y raccorder un repère au nivellement de précision.

Une reconnaissance a montré que les points de premier ordre : Malines, Assche et Bruxelles (St-Joseph) pourraient certainement être visés ; que la visée sur celui de Castré était probablement possible, cette direction étant complètement dégagée ; enfin qu'il y avait également des chances d'apercevoir le point Lion de Waterloo.

En conséquence, des propositions ont été faites à l'Institut d'astronomie de l'U. L. B. concernant les aménagements à prévoir pour les opérations de rattachement.

Il a été donné suite à nos suggestions ; l'opération en question pourra donc se faire dès que le campanile sera terminé.

Nous avons envisagé également la possibilité d'obtenir au campanile de l'U. L. B. les valeurs astronomiques des coordonnées  $\varphi$  et  $\lambda$  et d'un azimut, de manière à en faire un point de Laplace, peut-être même, si les déterminations absolues arrivaient à atteindre un degré d'exactitude suffisant, à y placer l'origine de nos coordonnées géodésiques.

L'examen des lieux nous a montré qu'il serait avantageux d'opérer comme suit :

Les observations de latitude et de longitude pourraient se faire sur le pilier du cercle méridien de l'Institut d'astronomie, à l'aide du cercle de Prin actuel, et seraient confirmées autant que possible par d'autres méthodes, pour la latitude notamment, en appliquant la méthode Talcott.

Les coordonnées obtenues seront ramenées au campanile par une mesure de base au fil d'invar sur le toit des bâtiments de l'Institut d'astronomie et par des observations d'angles.

Cette opération peut se faire facilement, avec les garanties voulues d'exactitude.

L'azimut sera mesuré directement sur un côté de premier ordre au campanile même, à l'aide d'observations sur les circompolaires.

Ce programme a reçu déjà, au cours de 1927, un commencement d'exécution.

MM. Cox et Bourgeois ont commencé les observations de longitude. La méthode qu'ils ont appliquée a fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences.

### *Deuxième et troisième ordres.*

Les travaux de mesure des deuxième et troisième ordres ont été continués suivant les directives générales adoptées.

Il a été fait station aux points ci-après :

Lion de Waterloo, Bruxelles (Palais de Justice), Grimberghen, Castre, Assche, Puers, Audenhove-Ste-Marie, Alost, Lokeren et Gand.

Ces mesures permettront le calcul du groupe X de deuxième ordre et des points de troisième ordre de la région qu'il couvre.

Ce groupe porte la limite de la zone régulièrement triangulée jusqu'à la ligne Duysbourg-Lion de Waterloo-Castre-Audenhove-Ste-Marie-Gand.

Vu l'importance du nombre de repères à relever dans l'agglomération bruxelloise et l'intérêt que présente pour les communes de cette agglomération la détermination d'un canevas topographique dense et précis, il a été jugé nécessaire d'établir dans cette zone un réseau auxiliaire de deuxième ordre qui sera compensé sur le premier et le deuxième ordre réguliers.

En dehors des points du groupe X, il a été fait station à Dieghem.

Ont participé aux opérations de mesures : les capitaines Vincent et Magis et le lieutenant Delrez.



*Signaux.*

Trois signaux de grande hauteur ont été construits :

Bouillon . . . . .	25 mètres
Anlier . . . . .	25 mètres.
Rulles . . . . .	20 mètres.

Ils sont du type employé pour le signal de Willerzie. (Voir rapports de 1925 et 1926.)

*Travaux de calculs.*

*Premier ordre.* — La compensation nouvelle établie en 1926 a été complétée par le calcul du rattachement de Bruxelles-Saint-Joseph, qui est, en somme, le point initial des coordonnées anciennes.

Ce calcul a été établi suivant les directives adoptées en 1926 et a donc compris la revision des moyennes d'angles, la compensation locale fournissant les poids des observations et la compensation du réseau Assche-Castre-Bruxelles-Saint-Joseph-Malines, comprenant deux triangles et quatre angles mesurés.

Les résultats obtenus permettent la comparaison avec les valeurs de départ utilisées pour le calcul de coordonnées de 1880. Les différences sont données ci-dessous pour Bruxelles (Saint-Joseph) :

*Comparaisons avec les valeurs anciennes.*

Latitude :

1927. . . . .	50°50'39"440
Ancienne . . . . .	50°50'37"297

2"143

Longitude :

1927. . . . .	—0°00'08"372
Ancienne . . . . .	—0°00'07"446

—00"926

Azimet Bruxelles-Malines :

1927. . . . .	199°59'17"141
Ancien . . . . .	199°59'14"374

2"767

L'azimet ancien est l'azimet observé.

Les valeurs anciennes peuvent être considérées comme des valeurs absolues; les différences obtenues en  $\varphi$  et  $\lambda$  sont de l'ordre de grandeur des déviations moyennes de verticale; quant à la différence d'azimut, elle est remarquablement inférieure à celle que donnaient les calculs antérieurs.

Cette même différence calculée par Delporte à l'aide de l'ancienne compensation donnait 14''664; elle a été ramenée à 2''767, soit une amélioration de 11''897.

*Deuxième ordre.* — Quatre groupes de deuxième ordre ont été compensés et rattachés au premier ordre réajusté, suivant la méthode dont le principe figure au rapport de 1925. Les résultats sont normaux, sauf pour le groupe de Haecht (groupe VIII).

Ce dernier donne pour l'indice de précision « erreur moyenne de l'unité de poids » une valeur assez forte tout en présentant un indice Ferrerò normal.

Cette anomalie peut s'expliquer par le fait que le groupe a son pourtour entièrement fixé; il en résulte des équations de fermeture aux côtés nombreuses et difficiles à satisfaire.

*Troisième ordre.* — Quarante-deux points ont été calculés suivant la méthode exposée au rapport de 1925.

### *Calculs topographiques.*

Le problème suivant a été résolu :

« Connaissant les coordonnées rectangulaires des points géodésiques dans la projection de Lambert, en déduire les coordonnées dans la projection de Bonne. »

### *Remarques préliminaires.*

La solution rigoureuse et directe du problème doit tenir compte des points suivants :

1° Les projections employées sont de natures différentes;

2° Les ellipsoïdes de référence ont des éléments différents;

3° Les origines choisies pour le calcul des coordonnées sont situées l'une à Lommel (signal), l'autre à Bruxelles (Saint-Joseph);

4° Les azimuts des côtés de départ et leurs longueurs rigoureuses ne concordent pas.

Les formules de transformation qui résulteraient de ces diverses causes seraient d'un emploi très compliqué.

Il a paru plus simple de recourir pratiquement à une solution empirique de nature à fournir rapidement et avec une approximation suffisante les éléments de transformation.

On s'est arrêté à la suivante :

Les calculs effectués en 1926 ont donné pour les points de premier ordre les X et Y Lambert déduits du réseau triangulé réajusté, sur l'ellipsoïde de Hayford. En partant des valeurs des angles et des côtés de ce même réseau préalablement raccordé au point de Bruxelles-Saint-Joseph, les coordonnées  $\varphi$  et  $\gamma$  de ces points ont été calculées sur l'ellipsoïde de Delambre en prenant les coordonnées origines et l'azimut de départ de 1885. Ces dernières coordonnées ont été transformées en X et Y, de la projection Bonne appliquée à l'ellipsoïde de Delambre, conformément aux formules du tome III de la *Triangulation*, page xxxvi.

Sur une carte au 1/320.000 ont alors été indiqués les points de premier ordre, auxquels ont été affectées des cotes égales aux différences [X (Lambert) — X (Bonne)] et [Y (Lambert) — Y (Bonne)].

Des courbes de niveau ont été tracées à une équidistance de 0<sup>m</sup>50 pour les X et les Y par rapport à ces cotes fictives.

Ces courbes joignent entre eux les points pour lesquels les différences en X et Y ont une même valeur.

Les interpolations pour le tracé de ces courbes ont été faites avec un soin particulier; notamment en employant des coupes dans la surface à représenter, choisies suivant des profils qui

passent par des points connus en X et Y dans les deux systèmes.

Le réseau de premier ordre a été dans certaines parties complété par des points de deuxième ordre calculés suivant le même ordre d'idées.

Les cartes montrent que ces courbes ont une allure régulière qui permet une interpolation au décimètre. Cette approximation est largement suffisante pour les besoins militaires et cadre avec la précision des déterminations des points de tout le réseau.

Pour les régions des camps de Beverloo et Brasschaet on a utilisé une solution établie comme suit :

Dans le camp de Beverloo, nous avons calculé, dans les deux systèmes de projections, les coordonnées des points suivants, situés dans les limites ou les abords du camp :

Lommel (signal) . . . . .	}	Premier ordre
Terme A de la base . . . . .		
Terme B de la base . . . . .		
Terme C de la base . . . . .		
Camp de Beverloo (signal) . . . . .		
Bourg-Léopold. . . . .	}	Deuxième ordre
Beeringen . . . . .		
Helchteren . . . . .		
Hechtel . . . . .	}	Troisième ordre
Château d'eau du camp . . . . .		

Si X et Y sont les coordonnées Bonne d'un point, et  $X_L$ ,  $Y_L$  les coordonnées Lambert de ce même point; nous pouvons écrire en première approximation les relations

$$X_B = a + cX_L + dY_L$$

$$Y_B = b + fX_L + gY_L;$$

les coefficients  $a, b, c, d, f, g$  étant considérés comme inconnus, pour chaque point, on peut écrire deux relations analogues. Les dix points, considérés dans le camp de Beverloo, donnent vingt équations que l'on a traitées comme des équations



d'observations indirectes par la méthode des moindres carrés et elles ont fourni les valeurs des coefficients inconnus. Les formules de transformation s'établissent alors comme suit pour cette zone :

$$X_B = X_L + 0,00001742 X_L - 0,00011778 Y_L + 2m09$$

$$Y_B = X_L (-0,00001173) + Y_L + 0,00001084 Y_L - 931m80.$$

Les erreurs obtenues en appliquant ces formules à des points géodésiques dont on connaît les coordonnées dans les deux systèmes sont inférieures à 5 centimètres.

Un graphique a été établi pour lire par interpolation les corrections à appliquer aux coordonnées Lambert pour trouver les coordonnées Bonne.

Nous avons opéré de même pour le camp de Brasschaet. Dans ce cas les formules de transformation obtenues sont

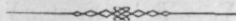
$$X_B = X_L - 0,00004484 X_L - 0,00004211 Y_L - 2^m,47$$

$$Y_B = Y_L + 0,00001039 X_L - 0,00003633 Y_L - 921^m,29.$$

Les points employés pour le calcul des coefficients étaient :

Deuxième ordre : Brecht-Loenhout;

Troisième ordre : Achterbroeck-Saint-Léonard (clocher)-Saint-Léonard (château de Vinck)-Wuestwezel (château Rusthoord)-Maria-ter-Heide (clocher)-Maria-ter-Heide (château Notteboom)-Gooreind (clocher)-Gooreind (pylône)-Overbroeck.





## PUBLICATIONS ACADÉMIQUES DEPUIS LA RÉORGANISATION, EN 1816

- Mémoires**, t. I-LIV (1820-1904); in-4°.
- Mémoires couronnés et Mém. des savants étrangers**, t. I-LXII (1817-1904); in-4°.
- Mémoires couronnés**, t. I-LXVI (1840-1904); in-8°.
- Tables des Mémoires**, nouvelle édition, 1772-1897; in-8° — **Supplément**, 1898-1914.
- Mémoires (n. sér.) in-4°** de la Classe des sciences, t. I à IX (3<sup>e</sup> fasc.).
- Mémoires (n. sér.) in-8°** de la Classe des sciences, t. I à X (1<sup>er</sup> fasc.).
- Mémoires (n. sér.) in-4°** de la Classe des lettres, t. I à IX.
- Mémoires (n. sér.) in-8°** de la Classe des lettres, t. I à XXIV (1<sup>er</sup> fasc.).
- Mémoires in-4°** de la Classe des beaux-arts, t. I.
- Mémoires in-8°** de la Classe des beaux-arts, t. II.
- Tables de Logarithmes**, par A. Namur et P. Mansion; in-8°.
- Annuaire**, 1<sup>re</sup> à 92<sup>e</sup> année, 1835-1926; in-18. — **Table des Notices biographiques**, 1919.
- Règlements et Documents** concernant les trois Classes (éd. de 1896 et de 1905); in-18.
- Statuts et Réglements**, in-18, 1921.
- Fondations académiques**, 1914, gr. in-8°.
- Bulletins**, 1<sup>re</sup> sér., t. I-XXIII, avec **annexes** — 2<sup>e</sup> sér., t. I-L; — 3<sup>e</sup> sér., t. I-XXXVI, in-8°. — Classe des sciences, 4<sup>e</sup> sér., 1899-1910; 5<sup>e</sup> sér., gr. in-8°, 1911-1927, t. I-XIII, avec **annexes**. — Classe des lettres et des sciences morales et politiques et des beaux-arts, 4<sup>e</sup> sér., 1899-1910; 5<sup>e</sup> sér., gr. in-8°, 1911-1927, t. I-XIII, avec **annexes**. — Classe des beaux-arts, t. I-IX, 1919-1927. — **Tables générales**, 1832-1914, 9 vol. in-8°.
- Bibliographie académique**, 1<sup>re</sup> édit. (1854); — 2<sup>e</sup> édit. (1874); — 3<sup>e</sup> édit. (1886) — 4<sup>e</sup> édit. (1896); — 5<sup>e</sup> édit. (1907-1909); in-18.
- Catalogue de la Bibliothèque de l'Académie**, 1<sup>re</sup> partie : Sociétés savantes et périodiques 2<sup>e</sup> partie : sciences, lettres, arts (1881-1890); 4 vol. in-8°.
- Catalogues onomastiques des accroissements**, 1883-1914, 3 vol. gr. in-8°.
- Catalogue de la bibliothèque du baron de Stassart** (1863); in-8°.
- Centième anniversaire de fondation** (1772-1872), 1872; 2 vol. gr. in-8°.
- L'Académie royale de Belgique depuis sa fondation** (1772-1922); 1 vol. in-8°.

### Monuments de la littérature flamande (in-8°).

**Œuvres de Van Maerlant** : DER NATUREN BLOEME, t. 1<sup>er</sup>, publié par J. Bormans, 1837, 1 vol. — RYMBYBEL, avec Glossaire, publié par J. David, 1858-1860; 3 vol. — ALEXANDERS GEESTEN, publié par Snellaert, 1860-1862; 2 vol. — **Nederlandsche gedichten**, etc., publiées par Snellaert, 1869; 1 vol. — **Parthonoepus van Bloys**, publié par J. Bormans, 1874; 1 vol. — **Speghel der Wysheit**, van Jan Praet, publié par J. Bormans, 1872; 1 vol.

### Œuvres des grands écrivains du pays (in-8°).

**Œuvres de Chastelain**, publiées par le baron Kervyn de Lettenhove, 1863-1865, 8 vol. in-8°. — **Le premier livre des Chroniques de Froissart**, par le même. 1863, 2 vol. — **Chroniques de Jehan le Bel**, par L. Polain. 1863, 2 vol. — **Li Roumans de Cléomadès**, par André Van Hasselt, 1866, 2 vol. — **Dits et Contes de Jean et Baudouin de Condé**, par Auguste Scheler. 1866, 3 vol. — **Li ars d'amour**, etc., par J. Petit, 1866-1872, 2 vol. — **Œuvres de Froissart : Chroniques**, par le baron Kervyn de Lettenhove, 1867-1877, 26 vol. — **Poésies**, par Aug. Scheler. 1870-1872, 3 vol. — **Glossaire**, par le même. 1874, 4 vol. — **Lettres de Commynes**, par Kervyn de Lettenhove, 1867, 3 vol. — **Dits de Watricket de Couvin**, par A. Scheler. 1868, 1 vol. — **Les Enfances Ogier**, par le même. 1874, 1 vol. — **Bueves de Commarchis**, par Adenès li Rois, par le même. 1874, 1 vol. — **Li Roumans de Bertès aux grans piés**, par le même. 1874, 1 vol. — **Trouvères belges du XII<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècle**, par le même. 1876, 1 vol. — Nouvelle série, 1879, 4 vol. — **Li Bastars de Bullion**, par le même. 1877, 1 vol. — **Récits d'un Bourgeois de Valenciennes (XIV<sup>e</sup> siècle)**, par le baron Kervyn de Lettenhove. 1877, 1 vol. — **Œuvres de Ghillebert de Lannoy**, par Ch. Potvin. 1878, 4 vol. — **Poésies de Gilles li Muisis**, par Kervyn de Lettenhove. 1882, 2 vol. — **Œuvres de Jean Lemaire de Belges**, par J. Stecher. 1882-1894, 4 vol. avec notice. — **Li Regret Guillaume**, par A. Scheler. 1882, 1 volume.

### Biographie nationale.

**Biographie nationale**, t. I à XXIII, Bruxelles, 1866-1922.

### Commission royale d'histoire.

**Collection de Chroniques belges inédites**, publiées par ordre du Gouvernement, 130 vol. in-4° Voir la liste sur la couverture des Chroniques.)

**Bulletins**, 1<sup>re</sup> sér., avec table (1837-1849), 17 vol. in-8°; — 2<sup>me</sup> sér., avec table (1850-1859), 13 vol. in-8°; — 3<sup>me</sup> sér., avec table (1860-1872), 15 vol. in-8° — 4<sup>me</sup> sér., avec table (1873-1894), 8 vol. in-8°; — 5<sup>me</sup> sér., t. I-XI à partir de 1902, t. LXXI-LXXXIX;

**Annexes aux Bulletins**. Voir la liste sur la couverture des Chroniques et des Bulletins.

## ABONNEMENTS AUX BULLETINS

« Classe des Sciences » : Un an : 50 fr.; un numéro simple : 3 fr. 50; un double : 7 fr.

« Classe des Lettres et des Sciences morales et politiques » : Un an : 35 fr.; un numéro simple : 3 fr. un double : 6 fr.

« Classe des Beaux-Arts » : Un an : 10 fr.; un numéro simple : 1 fr.; un double : 2 fr.

Tirage à part d'une communication : 3 fr.

Ces prix s'entendent toutes majorations comprises et sont applicables aux années antérieures.