

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique



Université BLIDA-1
Institut d'aéronautique et des études spatiales
Département de navigation aérienne

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master en Aéronautique
Thème

Mise en œuvre des TOD (Terrain and Obstacle Data) au profit de l'aérodrome d'Alger

Spécialité : Exploitation aéronautique

Réalisé par :
ADDALA MANEL

Dirigé par :
Mme HAMLATI Zineb
Mr BENAÏSSA Abdellah

Promotion 2020

Résumé

Conformément aux dispositions relatives aux exigences de l'organisation de l'aviation civile internationale (amendement 40) de l'annexe 15, Tous les états contractants de l'OACI doivent s'assurer de la disponibilité des TOD (données de terrain et d'obstacles).

L'objectif recherché à travers ce projet est la mise en œuvre des TOD au profit de l'aérodrome d'Alger en utilisant le logiciel SIG (système d'information géographique) QGIS. Des TOD fiables et précis peuvent offrir des avantages importants en matière de sécurité pour l'aviation civile internationale.

Mots clés : TOD, SIG, QGIS, Terrain, Obstacle

Abstract

According to the International Civil Aviation Organization's (ICAO) requirement (Amendment 40) in Annex 15, all ICAO participating states are to ensure the availability of TOD (terrain and obstacle data).

The aim of this project is the implementation of TOD in Algiers aerodrome using QGIS (GIS (geographic information system) software). Reliable and precise obstacle and terrain data can provide significant safety benefits for international civil aviation.

Keywords: TOD, GIS, QGIS, Terrain, Obstacle.

ملخص

وفقا لمتطلبات المنظمة الدولية للطيران المدني (التعديل 40) في المرفق 15، يتعين على جميع الدول المتعاقدة ضمان توفير بيانات العوائق و التضاريس.

الهدف من خلال هذا المشروع هو تنفيذ بيانات العوائق و التضاريس لصالح مطار الجزائر باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية، ويمكن ان توفر بيانات العوائق و التضاريس الموثوق بها و الدقيقة فوائد امنية كبيرة لصالح الطيران المدني الدولي .

الكلمات المفتاحية :

عوائق، تضاريس، TOD، GIS، QGIS

Remerciements

Il n'est meilleur remerciement que notre reconnaissance à ALLAH le tout puissant, le tout miséricordieux qui m'a donné de la santé et de la volonté pour pouvoir accomplir ce modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier mes très chers PARENTS pour la contribution, le soutien et la patience dont ils ont fait preuve en plus de m'avoir encouragé et avoir cru en moi tout au long de ces années. Ce travail a pu voir le jour grâce à leur soutien.

Avant d'entamer la présentation de ce travail, je profite de l'occasion pour remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements pour ma promotrice Mme HAMLATI ZINEB, qui a été la première à m'encourager dans le choix de mon thème.

Mes vifs remerciements à Mr BENAÏSSA ABDELLEAH, chef de service à l'ENNA chargé de la réglementation et de la documentation pour sa disponibilité, son soutien, ses remarques pertinentes et son encouragement.

Je n'arriverai jamais à remercier Mr MEZACHE MOHAMED, exerçant à l'ENNA en qualité de chef du département de l'information aéronautique pour ses conseils judicieux et sa grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges professionnelles tout en m'apportant une aide précieuse pour la réalisation de ce projet de fin d'études.

Mes remerciements vont également à tous mes professeurs qui ont contribué à ma formation au sein de l'institut d'aéronautique et des études spatiales.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements pour les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail en acceptant d'examiner ce projet et de l'enrichir par leurs propositions.

Abréviations/Acronymes

AIP ENR	Aeronautical Information Publication En-route
AIM	Aeronautical Information Management
AIP	Aeronautical Information Publication
AIP AD	Aeronautical Information Publication Aerodromes
AIP GEN	Aeronautical Information Publication General
AIRAC	Aeronautical Information Regulation and Control
AIS	Aeronautical Information Service
AIXM	Aeronautical Information Exchange Model
AMD	Aerodrome Mapping Data
AMDB	Aerodrome Mapping Database
AOC	Aerodrome obstacle chart
ARP	Aerodrome reference point
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance & Control System
ATCO	Air Traffic Control Officer
ATS	Air Traffic Service
AWY	Airway
CAT	Category
CFIT	Controlled Flight into Terrain
CTR	Control Zone
E-GPWS	Enhanced Ground Proximity Warning System
EOSID	Engine Out Standard Instrument Departure
FAA	Federal Aviation Administration of the USA
FT	Feet
GPL	General Public License
GPS	Global positioning system
GPWS	Ground proximity warning system

HTAWS	Helicopter Terrain Awareness and Warning System
HUD	Head-up display
IAC	Instrument approach chart
IATA	International Air Transport Association
INCT	Institut National de Cartographie et de Télédétection
KM (km)	Kilometers
M (m)	Metres
MFO	Marge de franchissement d'obstacles
MNT	Modèle numérique du terrain
MSAW	Minimum Safe Altitude Warning
MSL	Mean Sea Level
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
PANS-AIM	Procedures for Air Navigation Services -Aeronautical Information Management
PATC	Precision Approach Terrain Chart
QGIS	Quantum Geographic Information System
RALT	Radio Altimeter
RWY	Runway
SARP	Standards and Recommended Practices
SIA	Service de l'information aéronautique
SID	Standard instrument departure
SIG	Système d'information géographique
STAR	Standard instrumental arrival
SVS	Système de vision synthétique
TAWS	Terrain awareness and warning system
THR	Threshold
TMA	Terminal Control Area

TOD	Terrain and Obstacle Data
TODWG	Terrain and Obstacle Data Working Group
VFR	Visual flight rules
WGS84	World Geodetic System 1984

Liste des figures:

Figure I-1: Cartographie du choléra à Londres.	3
Figure I-2: Les principales composantes d'un SIG.	5
Figure I-3: Le principe des couches.	6
Figure I-4: L'interface de QGIS.	12
Figure I-5: Modes de données dans QGIS.	14
Figure I-6: Format vectoriel : Points, lignes et polygones.	15
Figure I-7: Exemples de données ponctuelles (THR, pylônes d'éclairage, les aides à la navigation) Sur l'aérodrome d'Alger. (Réalisé par QGIS)	17
Figure I-8: Exemple de donnée linéaire route ATS supérieure UB16.	18
Figure I-9: Exemple de donnée surfacique : Zone DAR84.	18
Figure I-10: Exemple 1 d'un format raster pour une carte d'altitude.	20
Figure I-11: Exemple 2 d'un format raster MNT d'Algérie.	21
Figure I-12: Exemple 1 visualisation des obstacles En-route.	22
Figure I-13: Exemple 2 Visualisation des moyens de radio navigation.	23
Figure II-1: Emplacement géographique de l'aéroport d'Alger.	24
Figure II-2: Carte d'aérodrome OACI –DAAG.	26
Figure II-3: Définition du terrain.	29
Figure II-4: Définition d'obstacles.	30
Figure II-5: Exemples sur les catégories d'obstacles fixes.	31
Figure II-6: Obstacles à la navigation aérienne de route.	32
Figure II-7: Obstacles d'aires d'approche et de décollage –DAAG-.	33
Figure II-8: Obstacles d'aires de manœuvres à vue et aérodrome -DAAG	33
Figure II-9: DAAG Carte topographique pour approche de précision-RWY05.	34
Figure II-10: AOC type A -RWY05/23-DAAG.	35
Figure II-11: AOC type A- RWY09/27 –DAAG.	36
Figure II-12: Carte d'altitude minimale RADAR-OACI.	37
Figure II-13: Carte d'approche aux instruments –DAAG.	38
Figure II-14: Coordonnées géographiques d'un obstacle exprimées en distance.	42
Figure III-1: Bilan des accidents mortels de l'aviation civile.	44
Figure III-2: Histogramme des Collectes de données sur les principaux accidents mortels. ...	44
Figure III-3: Place des 21 étapes de la feuille de route dans les trois phases.	48
Figure III-4: Illustration d'utilisation des données du terrain et d'obstacles.	49

Figure III-5: HTAWS.....	50
Figure III-6: Head-up display.....	51
Figure III-7: SVS.....	51
Figure III-8: Surfaces de collecte de données du terrain —Zone 1.....	59
Figure III-9: Surfaces de collecte de données d’obstacles — Zone1.....	61
Figure III-10: Zone 2a.....	62
Figure III-11: Zone 2b.....	62
Figure III-12: Zone 2c.....	63
Figure III-13: Zone 2d.....	63
Figure III-14: Surface de collecte de données du terrain —Zone 2.....	65
Figure III-15: Surface de collecte de données d’obstacles — Zone2.....	67
Figure III-16: Illustration d’exceptions dans les spécifications des données de la zone 2.....	68
Figure III-17: Surface de collecte de données de terrain et d’obstacles — Zone 3.....	69
Figure III-18: Surface de collecte de données de terrain et d’obstacles — Zone 4.....	71
Figure III-19: Exemple de l’annonce de la disponibilité des TOD dans l’AIP.....	74
Figure IV-1: DAAG Zone 2a.....	77
Figure IV-2: Zone 2b /DAAG.....	77
Figure IV-3: illustration zone 2c.....	78
Figure IV-4: Zones 2a, 2b, 2c RWY 09/27.....	78
Figure IV-5: Zones 2a, 2b, 2c RWY 05/23.....	79
Figure IV-6: Zone 2 TOD /DAAG.....	80
Figure IV-7: TOD Zone 2/DAAG en 3D.....	80
Figure IV-8: Extrait de conversion des coordonnées géographiques des obstacles par Excel.....	81
Figure IV-9: Affichage des obstacles sur l’aérodrome d’Alger.....	82
Figure IV-10: Table d’attributs des obstacles.....	83
Figure IV-11: Table d’attributs des obstacles (suite).....	84
Figure IV-12: Exemple d’un résultat d’export de données d’obstacles.....	86
Figure IV-13: Obstacles DAAG TOD zone 2a, 2b, 2c et Zone 3.....	86
Figure IV-14: Obstacles Zone 2 TOD DAAG.....	87
Figure IV-15: Carte web/DAAG.....	91
Figure IV-16: Types de caractéristiques pour les données sur les obstacles.....	98
Figure IV-17: Énumération d’attributs pour les données d’obstacles.....	99
Figure IV-18: Extrait du résultat final d’attributs d’obstacles.....	100
Figure IV-19: Extrait du résultat final d’attributs d’obstacles (suite).....	100

Figure IV-20: Affichage des MNT.....	101
Figure IV-21: Fusion des deux grilles.....	102
Figure IV-22: Résultat final du découpage selon la zone 2d.	103
Figure IV-23: Illustration d'extraction des courbes de niveau.....	103
Figure IV-24: Courbes de niveau/DAAG.	104

Liste des tableaux

Tableau I-1: Les principales extensions de QGIS.	13
Tableau II-1: Aides de radio navigation et d’atterrissage— DAAG.....	28
Tableau III-1: Attributs de terrain.	56
Tableau III-2: Attributs d’obstacles.	58
Tableau III-3: Spécifications numériques des données de terrain— Zones 1.....	60
Tableau III-4: Spécifications numériques des données d’obstacles—Zone1.....	60
Tableau III-5: Spécifications numériques des données de terrain— Zone 2.	64
Tableau III-6: Spécifications numériques des données d’obstacles— Zones 2.	67
Tableau III-7: Spécifications numériques des données de terrain— Zone3.	70
Tableau III-8: Spécifications numériques des données d’obstacles—Zone 3.....	70
Tableau III-9: Spécifications numériques des données de terrain— Zones 4.....	72
Tableau III-10: Spécifications numériques des données d’obstacles-Zone 4.	72
Tableau IV-1: Caractéristiques physiques des pistes.....	76
Tableau IV-2: Obstacles situés dans la zone 2.	88
Tableau IV-3: Obstacles situés dans la zone 3.	89
Tableau IV-4: Default values for obstacle feature attributes.....	99

Table des matières

Résumé.....	I
Remerciements.....	II
Abréviations/Acronymes.....	IV
Liste des figures.....	VII
Liste des tableaux.....	X
Introduction générale.....	1
I. Chapitre I : Présentation du logiciel QGIS	2
I.1 Initiation aux SIG (Système d'Information Géographique)	2
I.1.1 Définitions de Système d'Information Géographique (SIG)	2
I.1.2 Historique du SIG	3
I.1.3 Les principales composantes d'un SIG	4
I.1.4 Les principales fonctions d'un SIG	6
I.1.4.1 Saisie.....	6
I.1.4.2 Manipulations	7
I.1.4.3 Gestion.....	7
I.1.4.4 Interrogation et analyses	7
I.1.4.5 Analyse spatiale	8
I.1.4.6 visualisation	8
I.1.5 Les apports d'un SIG pour l'aéronautique.....	9
I.2 Introduction à QGIS	10
I.3 Présentation de l'interface de QGIS	11
I.4 Les principaux fonctionnements de QGIS.....	12
I.5 Quelques extensions de QGIS	13
I.6 Les formats supportés par QGIS	14
I.6.1 Format vectoriel	15
I.6.2 Format raster	19
I.7 Les avantages de QGIS.....	21

II.	Chapitre II : Point de situation sur l'existant	24
II.1	Introduction	24
II.2	Présentation de l'aéroport d'Alger	24
II.2.1	Emplacement géographique	24
II.2.2	Renseignements relatifs à l'aérodrome d'Alger :	25
II.2.3	Infrastructure de l'aérodrome	26
II.2.3.1	Pistes d'atterrissage	26
II.2.3.2	Aérogares passagers	27
II.2.3.3	Aides de radio navigation et d'atterrissage	28
II.3	Définition du terrain	29
II.4	Définition d'obstacles	29
II.4.1	Les différentes catégories d'obstacles	30
II.5	Comment les obstacles et le terrain sont fournis aujourd'hui ?	31
II.6	Exigences OACI relatives aux parties AD2.10 et ENR5.4 de l'AIP	39
II.7	Contraintes	41
II.8	Conclusion	42
III.	Chapitre III : Les données de terrain et d'obstacles	43
III.1	Généralités	43
III.1.1	Amendement n° 33 de l'Annexe 15	45
III.1.2	Amendement n° 36 de l'Annexe 15	45
III.1.3	Amendement n° 37 de l'Annexe 15	45
III.1.4	Amendement n° 40 de l'Annexe 15	46
III.2	Les fonctions de l'AIM relatives aux TOD	47
III.3	Utilisation des données du terrain et d'obstacles	48
III.3.1	Système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS Terrain Awareness and Warning System)	49
III.3.2	Le système de vision synthétique	50
III.3.3	Avertissement d'altitude minimale de sécurité (MSAW)	52
III.3.4	Départ normalisé aux instruments avec panne moteur EOSID	52
III.3.5	Conception des procédures aux instruments	52
III.4	Accidents et incidents liés aux TOD	53
III.5	L'ensemble de données de terrain	55
III.6	L'ensemble de données d'obstacles	57
III.7	Couverture et disponibilité des TOD	59

III.7.1	Zone 1 : Couverture et disponibilité.....	59
III.7.2	Zone 2 : couverture et disponibilité.....	62
III.7.2.1	Exceptions dans les spécifications des données de la zone 2	68
III.7.3	Zone 3 : couverture et Disponibilité.....	69
III.7.4	Zone 4: Couverture et disponibilité.....	71
III.8	Annonce de la disponibilité des TOD dans l'AIP	73
IV.	Chapitre IV : Application	76
IV.1	Introduction	76
IV.2	Couverture de la zone 2 TOD / DAAG	76
IV.2.1	Zone 2a	76
IV.2.2	Zone 2b.....	77
IV.2.3	Zone 2c	78
IV.2.4	Zone 2d.....	79
IV.3	Obstacles.....	81
IV.3.1	Visualisation des obstacles /DAAG	81
IV.3.2	Format texte.....	88
IV.3.3	Création d'une carte web.....	91
IV.3.4	Attributs d'obstacles.....	92
IV.4	Courbes de niveau	101
IV.5	Conclusion	104
	Conclusion générale.....	106
	Références bibliographiques.....	107

Introduction générale

En tenant compte de l'évolution et de la technologie aéronautique au fil des ans, le rôle et l'importance des données aéronautiques se sont considérablement accrues. La fourniture d'informations aéronautiques est un processus extrêmement complexe et critique représentant un défi majeur pour l'aviation.

En application des dispositions relatives aux exigences de l'organisation de l'aviation civile internationale comme l'indique l'amendement 40 de l'annexe 15 et conformément aux Procédures des services de navigation aérienne et Gestion de l'information aéronautique (Doc 10066, PANS-AIM). Il y a lieu de signaler que tous les états contractants de l'OACI doivent s'assurer de la disponibilité des TOD (Terrain and obstacle data). Ces données doivent être définies par quatre zones de couverture autour d'un aéroport ; collectées en fonction des exigences numériques et spécifiques pour chaque zone ,et stockées dans la geodatabase .Les obstacles peuvent être représentés sous forme de points ,lignes, polygones, ainsi que les données de terrain peuvent être ajoutées sous forme de données raster de différentes manières. Des TOD fiables et précis pour les applications en vol et au sol pouvant offrir des avantages importants en matière de sécurité pour l'aviation civile internationale.

Par ailleurs, les données devront être présentées sous forme géographique pour permettre une évaluation et une présentation accessible aux exploitants.

Dans ce contexte, notre travail sera scindé en quatre chapitres et ce par rapport à la méthodologie adoptée.

Pour bien mener notre étude, nous avons opté pour le cheminement suivant :

- Le premier chapitre sera consacré à la présentation du logiciel SIG (système d'information géographique) QGIS.
- Dans le deuxième chapitre nous présenterons une étude comparative entre les exigences OACI et la fourniture actuelle du terrain et d'obstacles afin de déterminer les contraintes auxquelles nous sommes exposés.
- Nous aborderons dans le troisième chapitre les TOD d'une manière détaillée vu l'importance de la fourniture de l'ensemble de données de terrain et d'obstacles.
- On va présenter les différents résultats qu'on a obtenus dans le dernier chapitre.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU LOGICIEL QGIS

I. Chapitre I : Présentation du logiciel QGIS

I.1 Initiation aux SIG (Système d'Information Géographique)

I.1.1 Définitions de Système d'Information Géographique (SIG)

Il existe plusieurs définitions du Système d'Information Géographique (SIG), mais nous nous focalisons uniquement sur les définitions les plus importantes :

- 1) Selon la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection : « Un SIG est un système informatique qui permet à partir de diverses sources, de rassembler, d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace ». [1]
- 2) Michel Didier (1990) définit le SIG comme « un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision ».
- 3) Selon Denègre et Salgé (1996) définissent en 1988 « Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçu pour permettre : la collection, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation, l'affichage des données à référence spatiale, afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion ».
- 4) Le NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis, 1990) définit le SIG comme un « système composé de hardware, de software et de procédures pour acquérir, manipuler, traiter, analyser, modéliser et représenter des données géoréférencées dans le but de résoudre des problèmes de gestion et d'aménagement »
- 5) ESRI France, définit un SIG comme : « un outil informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que tous les événements qui s'y produisent ».
- 6) Martin Paegelow,(2004) définit le SIG comme « un ensemble de matériel (hardware) et de logiciel (software), de plus en plus imbriqué dans des réseaux (netware), de données et de personnel qualifié capable d'acquérir, de stocker, de traiter, d'analyser, de modéliser, de représenter des données géoréférencées numériques, et utile dans de nombreux domaines d'application manipulant l'information spatialisée où cet outil apporte une aide à la prise de décision ». [1]

I.1.2 Historique du SIG

On dénote souvent comme première application des SIG l'étude menée avec succès par le docteur John Snow pendant l'épidémie de choléra dans le quartier de Soho à Londres en 1854 ayant représenté sur un plan la localisation des malades et l'endroit où ils puisaient leur eau, il détermina que c'était l'eau d'un certain puits qui était le foyer de contamination.

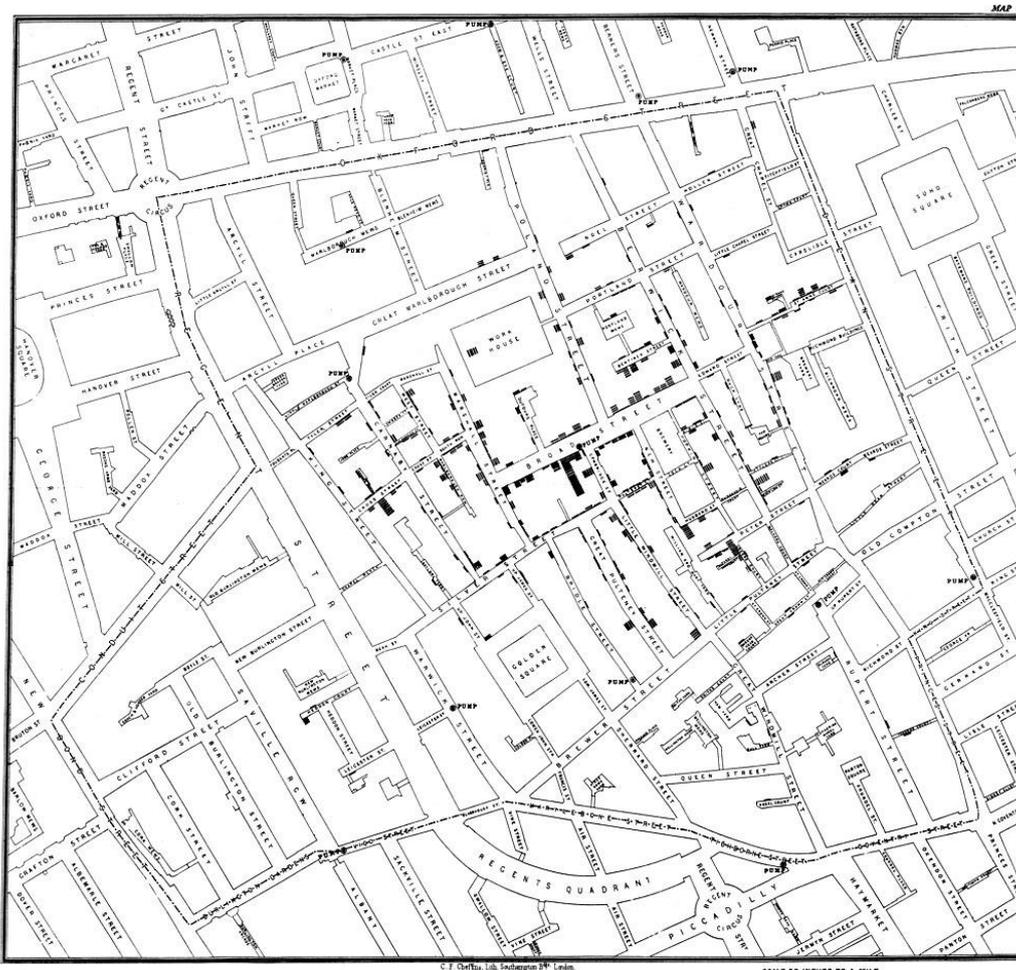


Figure I-1: Cartographie du choléra à Londres. [2]

Dans les années 60, les cartes de l'Afrique de l'Est, trop nombreuses pour permettre de localiser les meilleurs endroits pour créer de nouvelles implantations forestières, font naître l'idée d'utiliser l'informatique pour traiter les données géographiques (SIG).

L'avancée de l'informatique encouragée par la prise de conscience environnementale ont permis l'usage des techniques et méthodes dans la science et l'aménagement du territoire. Le suivi, la gestion et la protection de la biodiversité sont également à l'origine de l'évolution des applications SIG. Depuis 1970, de nouvelles approches scientifiques transdisciplinaires et collaboratives ont vu le jour.

Maguire (1991) distingue trois périodes principales dans l'évolution des SIG :

Fin des années 1950 – milieu des années 1970 : début de l'informatique, premières cartographies automatiques

Milieu des années 1970 - début des années 1980 : diffusion des outils de cartographie automatique/SIG dans les organismes d'État (armée, cadastre, services topographiques ...)

Depuis les années 1980 : croissance du marché des logiciels SIG, développements des applications SIG, mise en réseau (bases de données distribuées, depuis les années 1990, des applications SIG sur Internet) et une banalisation de l'usage de l'information géographique (cartographie sur Internet, calcul d'itinéraires routiers, utilisation d'outils embarqués liés au GPS...), apparition de « logiciels libres » ou d'outils dédiés aux pratiques coopératives. [3]

I.1.3 Les principales composantes d'un SIG

Selon ESRI France un Système d'Information Géographique est composé de :

A/ Matériel informatique (hardware)

Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

B/ Logiciels (software)

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations.

Principaux composants logiciel d'un SIG :

-Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques.

-Système de gestion de base de données.

-Outils géographiques de requête, analyse et visualisation.

-Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.

C/ Données (Information Géographique)

Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

D/ Utilisateurs

Un Système d'Information Géographique (SIG) étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence.

Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur Internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

E/ Méthodes

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation. [4]



Figure I-2: Les principales composantes d'un SIG. [5]

I.1.4 Les principales fonctions d'un SIG

Un SIG stocke les informations provenant du monde entier sous la forme de couches thématiques pouvant être reliées les unes aux autres par la géographie, à titre d'exemple :

- Les intersections des voies aériennes (AWY) indiquent la position des aides à la navigation.
- La position d'un obstacle par rapport aux zones TOD.
- Une route peut être trop proche d'un espace aérien militaire.

Ce concept, à la fois simple et puissant a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.

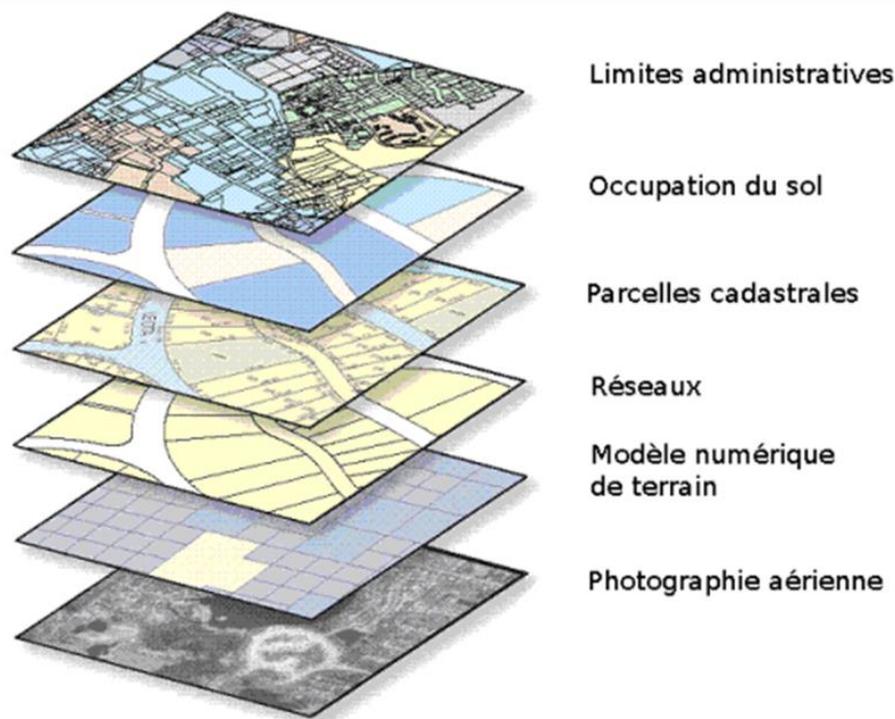


Figure I-3: Le principe des couches. [6]

Le SIG peut effectuer un ensemble de fonctions :

I.1.4.1 Saisie

Les SIG modernes sont capables d'automatiser complètement ces tâches pour des projets importants en utilisant la technologie des scanners. D'autres projets moins importants peuvent se contenter d'une phase de digitalisation manuelle (table à digitaliser). Aujourd'hui de

nombreuses données géographiques sont disponibles dans des formats standards lisibles par les SIG. Ces données sont disponibles auprès de producteurs de données et peuvent être directement intégrées à un SIG.

I.1.4.2 Manipulations

Les sources d'informations peuvent être d'origines très diverses. Il est donc nécessaire de les harmoniser afin de pouvoir les exploiter conjointement (c'est le cas des échelles, du niveau de détail, des conventions de représentation, ect...) Les SIG intègrent de nombreux outils permettant de manipuler toutes les données pour les rendre cohérentes et ne garder que celles qui sont essentielles au projet.

Ces manipulations peuvent, suivant les cas n'être que temporaires afin de se coordonner au moment de l'affichage ou bien être permanentes pour assurer alors une cohérence définitive des différentes sources de données.

I.1.4.3 Gestion

Si pour les petits projets il est envisageable de stocker les informations géographiques comme de simples fichiers, il en est tout autrement quand le volume de données grandit et que le nombre d'utilisateurs de ces mêmes informations devient important.

Dans ce cas il est essentiel d'utiliser un SGBD (Système de Gestion de Bases de Données) pour faciliter le stockage, l'organisation et la gestion des données. Un SGBD n'est autre qu'un outil de gestion de la base de données. Il existe de nombreux types de SGBD, mais en Système d'Information Géographique, le plus utilisé est le SGBDR (Système de Gestion de Bases de Données Relationnel). Les données y sont représentées sous la forme de tables utilisant certains champs comme lien. Cette approche qui peut paraître simpliste offre une souplesse et une flexibilité sans équivalent permettant aux SIG de s'adapter à tous les cas de figure.

I.1.4.4 Interrogation et analyses

Disposant d'un SIG et de données, vous allez pouvoir commencer par poser des questions simples telles que :

- A qui appartient cette parcelle ?
- Lequel de ces deux points est le plus loin ?
- Où sont les terrains utilisables pour une industrie ?

Et des questions intégrant une analyse, comme par exemple :

- Quels sont les terrains disponibles pour construire de nouvelles maisons ?
- Quels sont les sols adaptés à la plantation de chênes ?
- Si je construis une autoroute ici, quel en sera le trafic ?

Les SIG procurent à la fois des outils simples d'interrogation et de puissantes solutions d'analyses accessibles à tous les publics. Ils disposent de nombreux et puissants outils d'analyse, dont deux d'entre eux apparaissent comme particulièrement essentiels :

L'analyse de proximité

- -Combien existe-t-il de maisons dans une zone de 100 mètres de part et d'autre de cette autoroute ?
 - Quel est le nombre total de client dans un rayon de 10 km autour de ce magasin ?
- ❖ Pour répondre à ces questions, les SIG disposent d'algorithmes de calcul appelés " buffering " afin de déterminer les relations de proximité entre les objets.

I.1.4.5 Analyse spatiale

L'intégration de données au travers des différentes couches d'information permet d'effectuer une analyse spatiale rigoureuse. Cette analyse par croisement d'informations, si elle peut s'effectuer visuellement (à l'identique de calques superposés les uns aux autres) nécessite souvent le croisement avec des informations alphanumériques. Croiser la nature d'un sol, sa déclivité, la végétation présente avec les propriétaires et les taxes payées est un exemple d'analyse sophistiquée que permet l'usage d'un SIG.

I.1.4.6 visualisation

Pour de nombreuses opérations géographiques, la finalité consiste à bien visualiser des cartes et des graphes. Une carte vaut mieux qu'un long discours. La carte est en effet un formidable outil de synthèse et de présentation de l'information.

Les SIG offrent à la cartographie moderne de nouveaux modes d'expression permettant d'accroître de façon significative son rôle pédagogique. Les cartes créées avec un SIG peuvent désormais facilement intégrer des rapports, des vues 3D ; des images photographiques et toutes sortes d'éléments multimédia. [4]

I.1.5 Les apports d'un SIG pour l'aéronautique

Les organisations civiles et militaires doivent créer et maintenir leurs bases de données aéronautiques et produire des bases de données de haute qualité des cartes aéronautique répondant aux exigences rigoureuses en vigueur.

Il a été mis à la disposition de l'OACI des outils SIG pouvant être bénéfique concrètement aux États et aux exploitants du transport aérien de tous les coins du monde dans leur poursuite d'un vaste éventail d'objectifs mentionnés ci-dessous :

- ✓ Gérer les données électroniques de terrain et d'obstacles.
- ✓ Créer, visualiser, analyser et diffuser les données critiques de service d'information aéronautique (AIS).
- ✓ Mettre à jour automatiquement les cartes aéronautiques via l'AIS pour réduire la latence, redondance et erreurs des données.
- ✓ Produire une large gamme de produits cartographiques, comprenant Les cartes aéronautiques Conforme à l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), à partir d'une base de données centrale.
- ✓ Partager des données à l'aide de l'AIXM.
- ✓ La conception et l'établissement de routes aériennes.
- ✓ Générer efficacement des cartes aéronautiques telles que la carte IAC, SID, STAR etc...
- ✓ L'utilisation des outils SIG permettra une meilleure visualisation des données aéronautiques.
- ✓ Mettre en œuvre une application de gestion des infrastructures aéroportuaires

Le site SIG de l'OACI fournit à la communauté aéronautique mondiale un accès rapide à des données spatiales faisant autorité qui améliorent la conscience de la situation et la prise de décisions.

Le logiciel de cartographie (AIP-GIS charting)

- se base sur la réglementation de l'OACI et permet de produire des cartes à partir d'une connexion directe à une base de données aéronautique en prenant en compte la temporalité des données (cycle AIRAC ou autres).
- permettant d'éditer, de mettre à jour et de publier des cartes dans les AIP civils et/ou militaires dans un environnement géoréférencé.

I.2 Introduction à QGIS

QGIS est un logiciel SIG libre (open source). Il a été conçu en mai 2002. En juin 2002, il s'est établi en tant que projet sur SourceForge. Depuis 2007, il a été développé par Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). QGIS est distribué sous la licence GNU GPL (General Public License). Ceci permet aux utilisateurs de le partager et de le modifier librement (modifier le code source), tout en ayant la garantie d'avoir accès à un programme SIG non onéreux et librement modifiable.

QGIS peut fonctionner sous plusieurs systèmes d'exploitation tels que MacOS, Linux, d'Unix, les logiciels d'exploitation androïdes. QGIS utilise la bibliothèque logicielle Qt (bibliothèque de création d'interfaces graphiques) et le langage C++, ce qui se traduit par une interface graphique simple et réactive.

QGIS gère un grand nombre de formats raster et vecteur, avec le support de nouveaux formats facilité par l'architecture basée sur les extensions

L'amélioration permanente de ses fonctionnalités, qui englobe notamment la création de données, l'édition, la manipulation, l'analyse, le stockage et la représentation visuelle, QGIS devient ainsi populaire et connaît une large utilisation par des compagnies privés des organisations à l'échelle mondiale.

Aujourd'hui, QGIS est utilisé pour les projets SIG suivants :

1. Visualisation des données sur les eaux usées, intégration des bases de données supplémentaires, et accès direct aux protocoles d'inspection et de cameras vidéos ;
2. Visualisation et édition pour les systèmes de planification urbaine, de planification ;
3. environnementale, de gestion de l'hydrologie, et de gestion des eaux usées ;
4. Visualisation des données d'inventaire souterrain (assainissement, adduction d'eau potable, gaz, électricité, et récemment réseaux de télécommunication) ;
5. Visualisation des données topographiques et cadastrales ;
6. Visualisation et édition de l'inventaire communal des sites naturels protégés;
7. Visualisation et édition des données de planification urbaine et régionale ;
8. Visualisation et édition des données de l'infrastructure routière ;

9. Visualisation de statistiques créées directement depuis la base de données des habitants passés et présents ;

10. Planification et Visualisation pour l'aménagement énergétique (fourniture de gaz, chauffage à partir d'eaux usées, énergie géothermique en sous-sol, centrales de chauffage, etc.). Actuellement d'autres projets similaires sont développés. [7]

I.3 Présentation de l'interface de QGIS

L'interface utilisateur de QGIS comprend un ensemble d'outils nécessaires et interactifs permettant ainsi une analyse plus approfondie et complète de données graphiques. Les résultats sont visuellement affichés sous forme de couches thématique pour une analyse plus riche et utile aux décideurs. L'interface est ainsi composée des éléments suivants :

1-Barre de menu.

2-Barres d'outils.

3-Panneaux.

4-Affichage de la carte.

5-Barre d'état.

Quand on entame le démarrage du QGIS, l'interface se présente sous une forme indiquée dans la figure I.4.

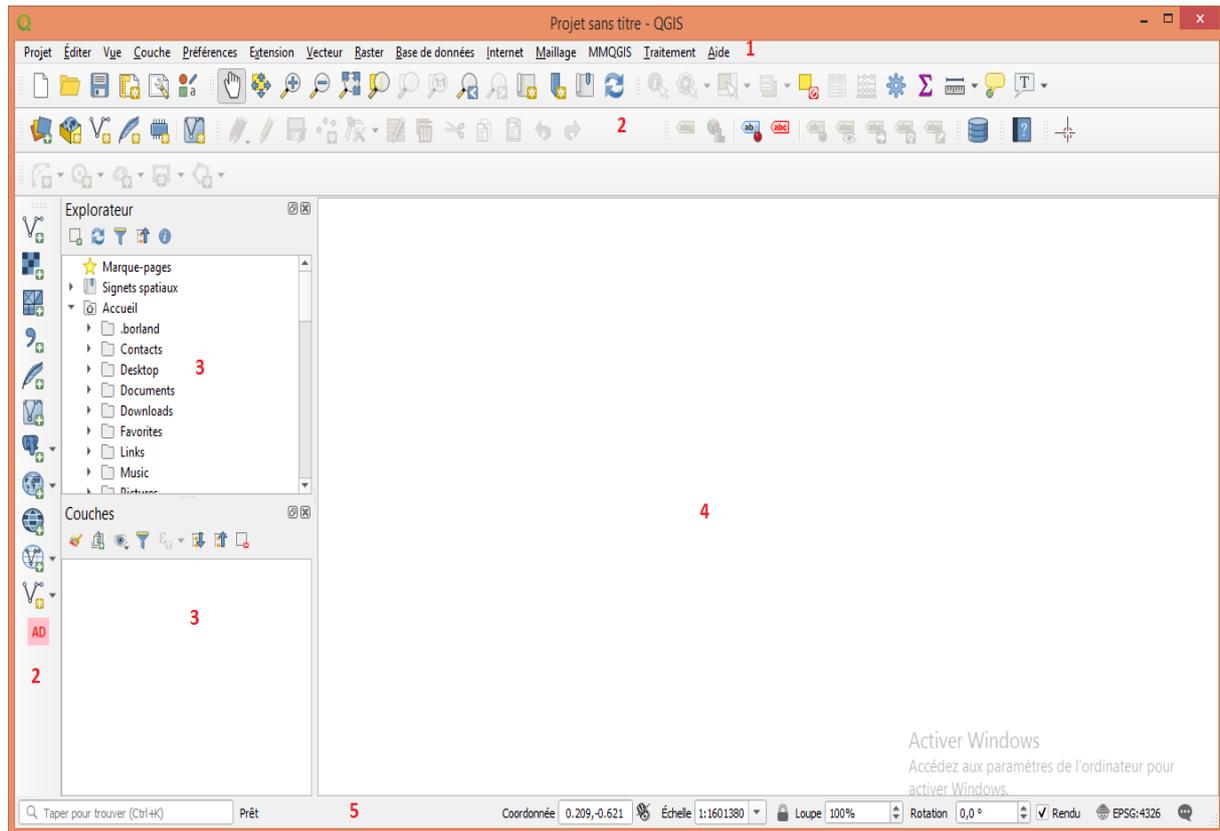


Figure I-4: L'interface de QGIS.

I.4 Les principaux fonctionnements de QGIS

Le QGIS peut effectuer un ensemble de fonctions qui sont énumérées comme suit :

- Visualisation des données

On procède à l'affichage et à la superposition des couches de données rasters et vecteurs dans différents formats et aux projections sans avoir à faire de conversion dans un format commun.

- Parcours de données et création des cartes

Il nous appartient de créer des cartes et les parcourir de manière interactive avec une interface intuitive.

- La création, l'édition, la gestion et l'export des données

Il nous permet de créer, éditer, gérer et exporter des couches vectorielles et raster de nombreux formats.

- Analyse des données.

- Publication des cartes sur Internet.
- Étaler les fonctionnalités de QGIS à l'aide des différentes extensions
 - Extensions principales
 - Extensions Python externes.

I.5 Quelques extensions de QGIS

QGIS repose sur un système d'extensions. Cela permet d'ajouter facilement de nouvelles fonctions au logiciel. Les principales extensions de QGIS sont :

Tableau I-1: Les principales extensions de QGIS. [7]

Icône	Extension	Description
	Saisie de coordonnées	Saisie des coordonnées de la souris dans des systèmes de coordonnées différents
	Gestionnaire BD	Gestion de bases de données depuis QGIS
	EVis	Visualisation d'événements
	Vérificateur de géométrie	Vérification et réparation d'erreurs de géométrie dans les couches vectorielles
	Géoréférenceur GDAL	Géoréférencement de couches raster à l'aide de GDAL
	Outils GPS	Chargement et import de données GPS
	GRASS	Fonctionnalités de GRASS
	MetaSearch	Interaction avec des services de catalogage de métadonnées (CSW)
	Édition hors-ligne	Edition hors-ligne et synchronisation de base de données
	Traitement	Outils de traitement de

		données spatiales
	Vérificateur de topologie	Recherche d'erreurs de topologie dans les couches vectorielles

I.6 Les formats supportés par QGIS

Les contraintes techniques informatiques associées aux besoins des utilisateurs ont donné lieu à des formats de stockage des couches d'information spatiale spécifiques.

Le logiciel QGIS est capable de gérer deux formats de données :

-le format vectoriel

-le format raster

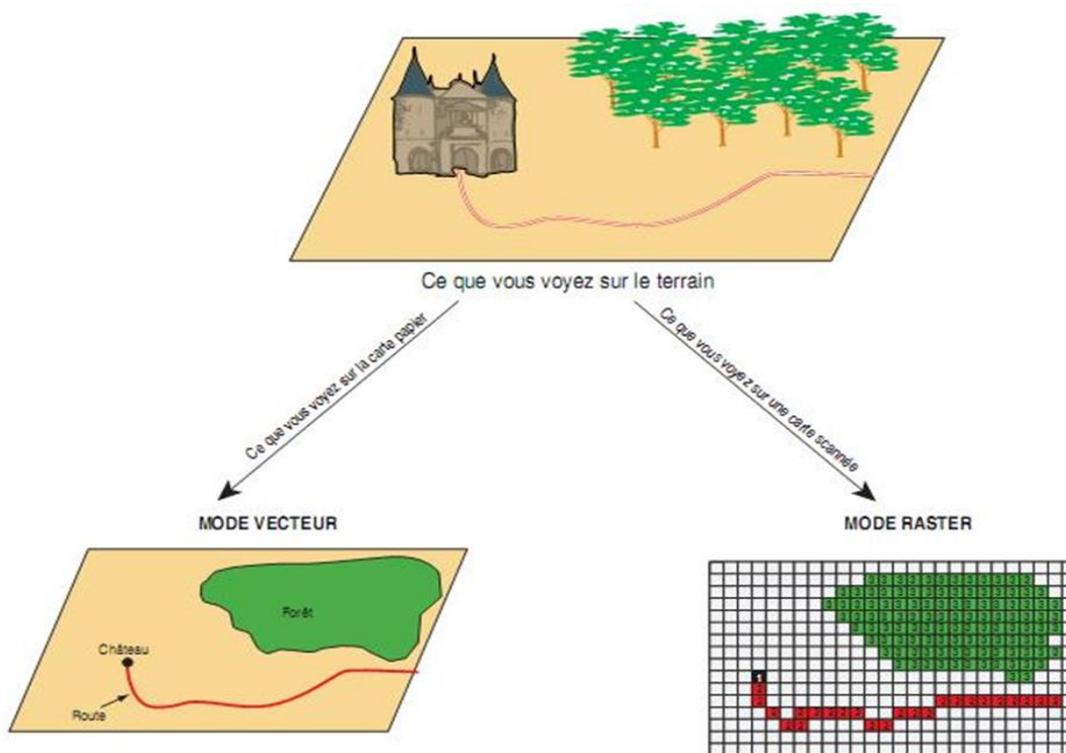


Figure I-5: Modes de données dans QGIS. [8]

Une même information à caractère spatial peut être stockée indifféremment dans ces deux formats.

I.6.1 Format vectoriel

Les données vectorielles représentent des entités sous forme de points, lignes et polygones sur un plan de coordonnées (Figure I.6). Elles sont habituellement utilisées pour stocker des données discrètes.

Les entités vectorielles sont accompagnées de leurs données attributaires descriptives de type alphanumériques, qui permettent de stocker des informations sous forme de texte ou numérique décrivant ces entités.

La représentation vectorielle permet d'élaborer dans un SIG de multitudes couches thématiques d'une même entité géographique. Ces cartes thématiques ne peuvent se superposer que si elles sont géoréférencées dans le même système de coordonnées. [1]

Chaque couche représente un thème et est affichable en fonction des besoins, sélectionnable seule ou superposée à d'autres.

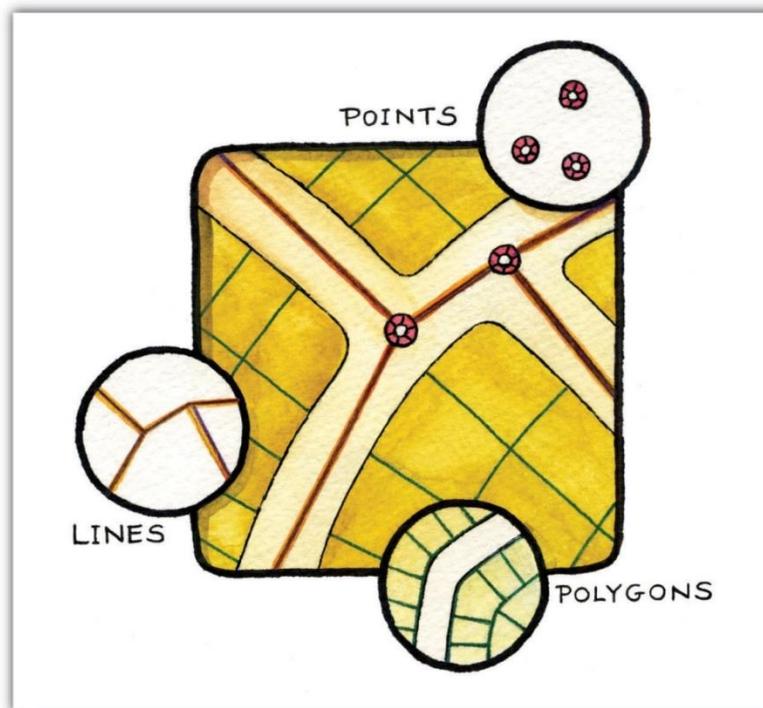


Figure I-6: Format vectoriel : Points, lignes et polygones. [9]

❖ **Les avantages du mode vecteur sont:**

- Représentation schématique des objets du monde réel.
- Une meilleure adaptation à la description des entités ponctuelles et linéaires.

- Une facilité d'extraction de détails.
- L'information fournie est compacte et facile à utiliser.
- La précision géographique des données est maintenue.
- La localisation, les dimensions et les distances sont calculées avec précision.
- Exige moins d'espace de mémoire à disque.

❖ **Les inconvénients du mode vecteur sont:**

- Les croisements de couches d'information sont délicats et nécessitent une topologie parfaite.
- Les algorithmes de manipulation et d'analyse sont complexes à utiliser et demandent une puissance de traitement élevée, résultant souvent dans une limitation inhérente des fonctionnalités pour de grands ensembles de données.
- Les données de type élévation du sol ne sont pas représentées aussi efficacement qu'avec un raster.
- L'analyse spatiale et l'utilisation de filtre polygonaux est impossible. [4]

❖ **Exemples de données vectorielles :**

- ✓ Les données ponctuelles :

- seuils de piste.
- les moyens de radio navigation.
- les obstacles minces (pylônes d'éclairage)

Sont représentés par des points (voir Figure I.7).

- ✓ Les données linéaires :

- Lignes de guidage de voie de circulation.
- Les voies aériennes.
- L'axe de piste.

Sont représentés par des lignes (voir Figure I.8)

✓ Les données surfaciques :

- aires de stationnement.
- les zones 2a ,2b, 2c, 2d (TOD).
- TMA, CTR.
- Les zones dangereuses, interdites et réglementées.

Sont représentés par des polygones (voir Figure I.9).



Figure I-7: Exemples de données ponctuelles (THR, pylônes d'éclairage, les aides à la navigation) Sur l'aérodrome d'Alger. (Réalisé par QGIS)



Figure I-8: Exemple de donnée linéaire route ATS supérieure UB16.



Figure I-9: Exemple de donnée surfacique : Zone DAR84.

I.6.2 Format raster

Un raster se compose d'une matrice de cellules (ou pixels) organisées en lignes et en colonnes (grille) de même dimension, dans laquelle chaque cellule contient une valeur représentant des informations.

Les données raster typiques sont :

- Les cartes scannées et les orthophotos aériennes ou satellitaires pour lesquelles chaque pixel de l'image correspond à une cellule de base de la matrice (voir Figure I.10) ;
- Les modèles numériques de terrain (MNT) où la cellule de base correspond à la maille élémentaire portant l'altitude (voir Figure I.11).

Les entités sont perçues de manière indirecte (par analyse).

❖ Les avantages du mode raster sont:

- Meilleure adaptation à la représentation des détails surfaciques.
- Plus simple car les données sont stockées sous forme de matrices et sont de ce fait faciles à manipuler et rapide à effectuer.
- La nature inhérente des cartes raster est idéalement adaptée à la construction de modèles mathématiques et aux analyses quantitatives.
- Les croisements de données sont faciles à réaliser, puisque toutes les données sont ramenées à la même unité de base, la cellule (ou pixel dans l'image).
- Les données discrètes, telles que les forêts, sont aussi bien traitées que les données continues, telles que les données d'élévation du sol, ce qui facilite l'intégration de ces deux types de données.

❖ Les inconvénients du mode raster sont:

- Importance de la capacité mémoire nécessaire à stocker les données : il y a en particulier redondance lorsqu'un grand nombre de cellules contiguës sont porteuses de la même information.
- Mauvaise adaptation à la représentation des détails linéaires.

- une carte raster ne pourra représenter qu'un seul attribut ou caractéristique par cellule.
- Obligation de parcourir toute la surface pour extraire un détail.
- Le traitement d'associations de données d'attribut peut être lourd si le nombre de données existantes est élevé.
- Comme la majorité des données d'entrée sont sous format vectoriel, ces données devront subir une conversion vector-to raster. En plus de l'augmentation des besoins en puissance de traitement, cette conversion peut potentiellement révéler des problèmes d'intégrité des données, principalement dues à la généralisation de celles-ci ainsi qu'au choix d'une taille de cellule inappropriée.
- du fait que l'espace est maillé, les mesures de distances et de surfaces se trouvent faussées. L'erreur dépendra de la résolution (dimension du pixel). [4]

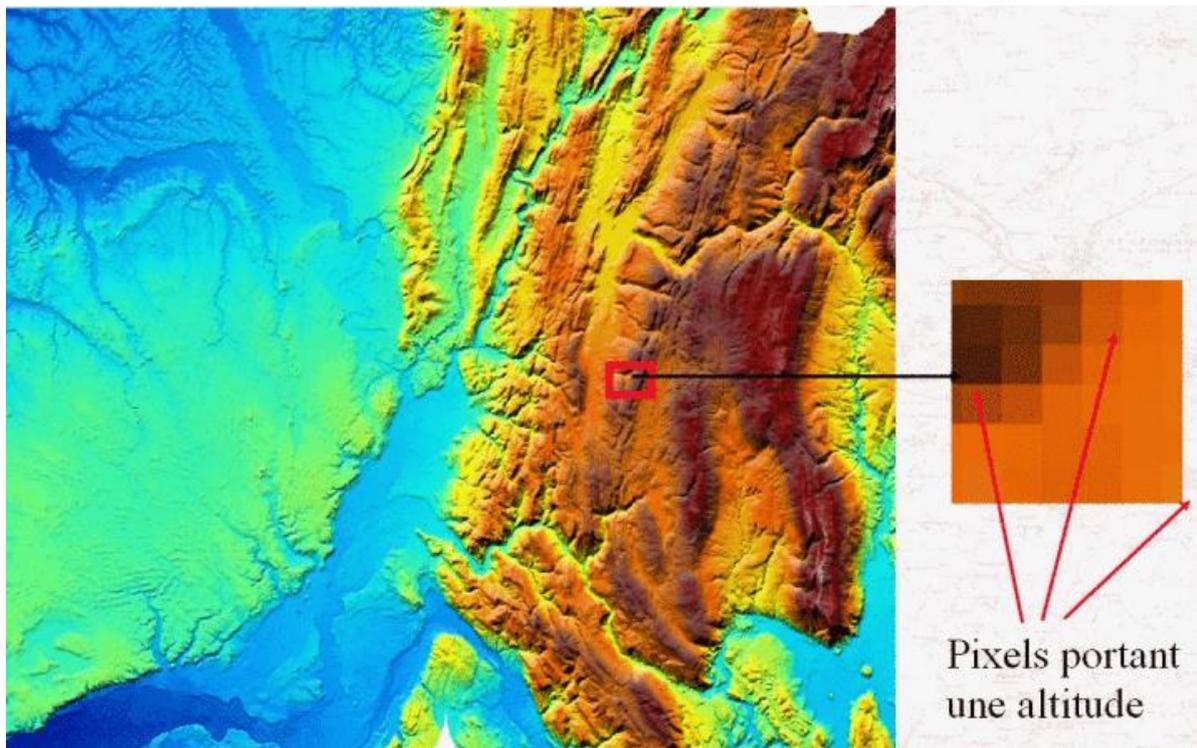


Figure I-10: Exemple 1 d'un format raster pour une carte d'altitude. [10]

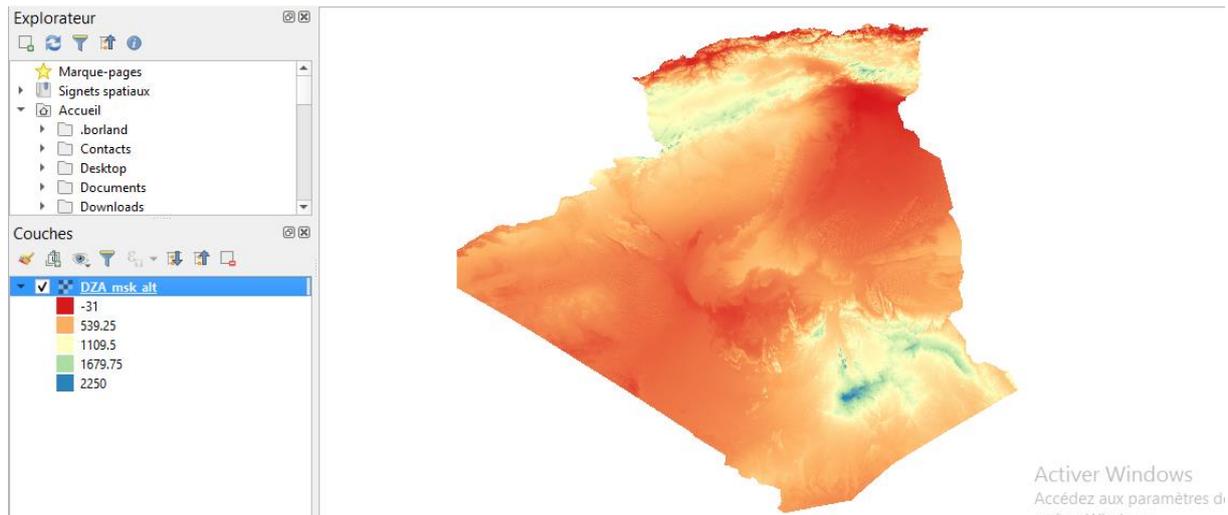


Figure I-11: Exemple 2 d'un format raster MNT d'Algérie.

I.7 Les avantages de QGIS

QGIS présente un grand nombre d'avantages indiqués ci-dessous :

- ✓ Il permet de visualiser les cartes ainsi que leur transformation.
- ✓ Il présente une qualité qui le rend très accessible aux exploitants.
- ✓ QGIS est libre et open source.
- ✓ Beneficie d'une ergonomie proche de logiciels du marché payant, tels que Mapinfo ou ArcGIS.
- ✓ Il permet le parrainage du développement de la fonctionnalité ou de l'ajouter nous-même si on est familiarisé avec la programmation.
- ✓ Il est Constamment en développement

QGIS est un logiciel qui s'améliore en permanence grâce à la mise à disposition de plugins (Python ou C++).

- ✓ QGIS est pourvu d'une aide et d'une documentation détaillées.
- ✓ Il est Multi-plateforme

Peut être installé sur plusieurs systèmes d'exploitation Linux Windows, Mac et Android etc...

- ✓ Il permet l'accès à un nombre impressionnant d'extensions.
- ✓ QGIS permet l'interopérabilité.
- ✓ QGIS supporte un grand nombre de formats de données vecteurs ou raster
- ✓ Propose des modes d'analyse thématiques évolués (Symboles gradues etc.).

- ✓ Permet une mise en page aisée de cartes (ex : IAC, SID, STAR etc.) grâce à un composeur d'impression.
- ✓ Dessiner les zones 2a, 2b, 2c, 2d (TOD).
- ✓ Analyser les données de terrain.
- ✓ Créer des courbes de niveau.

❖ QUELQUES EXEMPLES DE VISUALISATION PAR QGIS

Les figures I.12 et I.13 montrent des exemples de visualisation réalisés par QGIS concernant les obstacles En-route ainsi que les moyens de radio navigation sur l'aérodrome d'Alger.



Figure I-12: Exemple 1 visualisation des obstacles En-route.

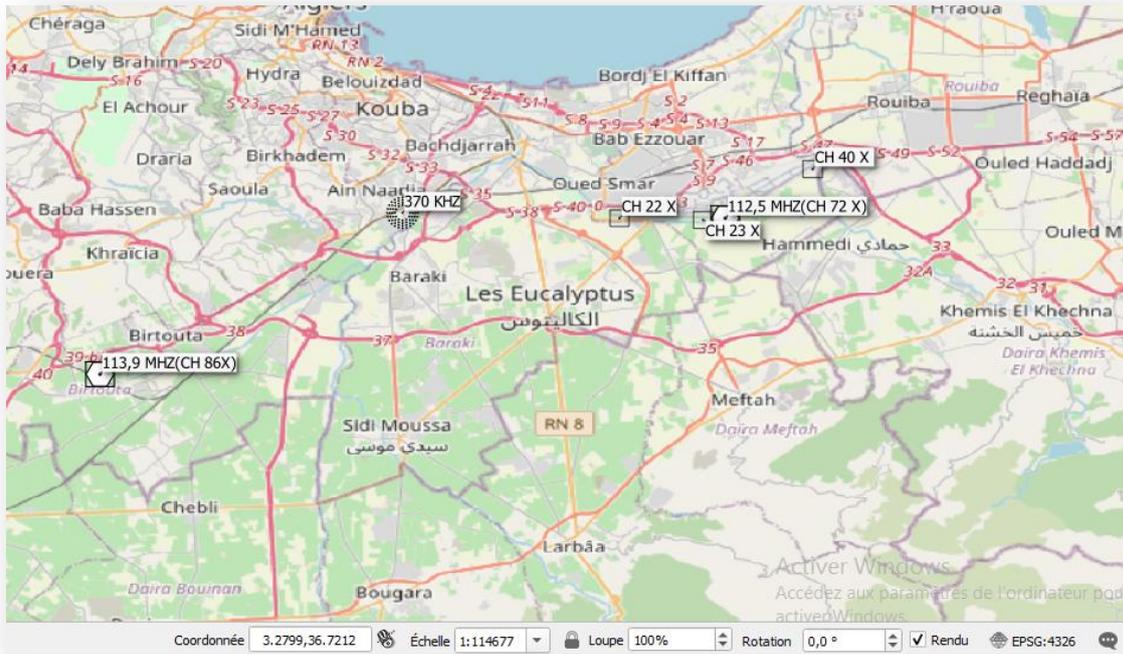


Figure I-13: Exemple 2 Visualisation des moyens de radio navigation.

CHAPITRE II

POINT DE SITUATION SUR L'EXISTANT

II. Chapitre II : Point de situation sur l'existant

II.1 Introduction

Ce chapitre sera consacré à la présentation de l'aéroport d'Alger et de son infrastructure.

Ce chapitre vise à établir une étude comparative entre les exigences OACI et la fourniture actuelle du terrain et d'obstacles afin de déterminer les contraintes auxquelles nous sommes exposés.

II.2 Présentation de l'aéroport d'Alger

L'aéroport d'Alger - Houari Boumediene, (code IATA : ALG, code OACI : DAAG) est un aéroport civil international situé à environ 17 km d'Alger en Algérie, desservant la capitale algérienne et sa région, il s'agit du plus important de tous les aéroports algériens. Sa capacité est de 10 millions de passagers/an.

II.2.1 Emplacement géographique

Situé à l'est de la capitale, l'Aéroport d'Alger (Houari BOUMEDIENE) est le centre de l'activité aérienne nationale, il se situe dans la commune de Dar El Beida à l'est d'Alger et s'étend sur une surface de 850 hectares, il est implanté au cœur d'une zone d'activité regroupant plusieurs installations activant dans les domaines de la maintenance, logistique et approvisionnement carburant (kérosène).



Figure II-1: Emplacement géographique de l'aéroport d'Alger.

II.2.2 Renseignements relatifs à l'aérodrome d'Alger :

- Coordonnées du point de référence et emplacement de l'aérodrome ARP :
 - Latitude : 36 °41' 40 " N.
 - Longitude : 003°13'01"E.

- Altitude : 25 m.
- Température de référence : 30.6°C.
- Types de Traffic autorisés : IFR/VFR. [11]
- **TMA ALGER** :

- Limites Latérales : Segment de droites joignant les points :

364000N 0021055E - 360500N 0022600E

360500N 0035104E - 364500N 0043000E

365900N 0043000E

Puis arc de rayon 64NM centré sur le DVOR/DME ALR (364127.59N 0031255.73E) jusqu'au point 373000N 0040444E, ensuite segment de droite jusqu'au point 373128N 0031256E puis arc de rayon 50NM centré sur le DVOR/DME ALR jusqu'au point 364000N 0021055E

- Limites Verticales : FL 145

450 M GND/MSL.

- Classe de l'espace aérien D. [12]

II.2.3 Infrastructure de l'aérodrome

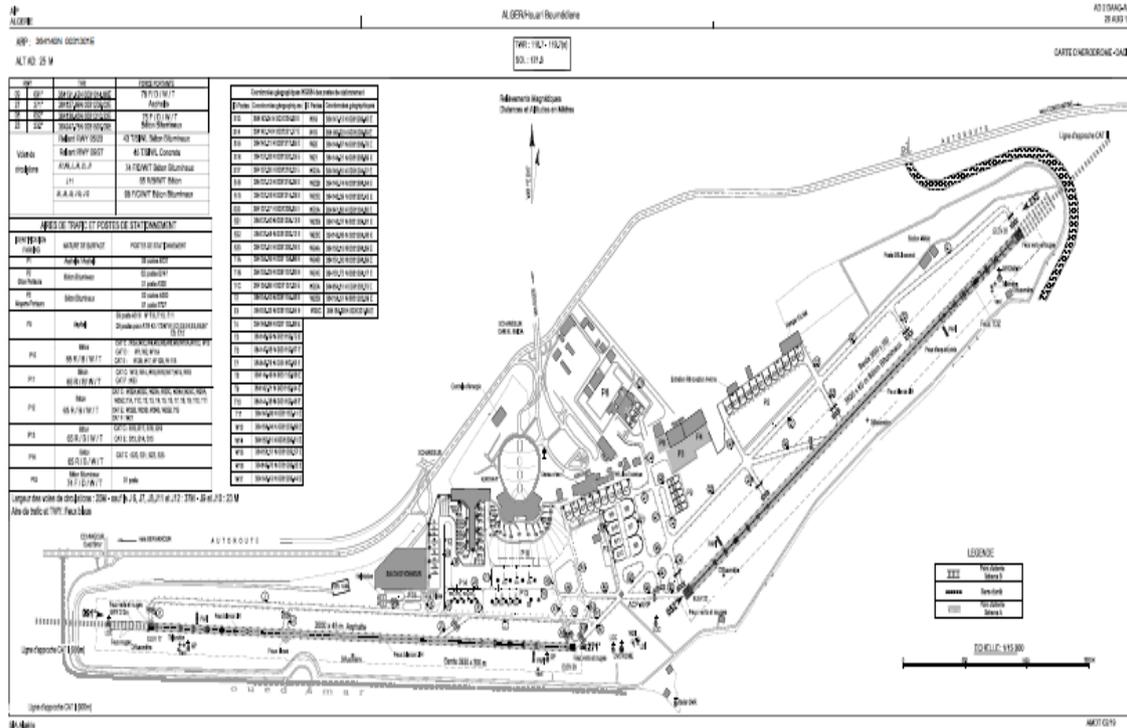


Figure II-2: Carte d'aérodrome OACI –DAAG. [13]

II.2.3.1 Pistes d'atterrissage

L'aéroport dispose de deux pistes :

✓ **Piste principale 05/23**

C'est la piste principale, elle est caractérisée par :

- Dimension : 3500 m x 60 m.
- Résistance (PCN) et revêtement de la piste: 75 F/D/W/T Béton bitumineux.
- Coordonnées du seuil :
RWY 05: 364138.02N 0031312.79E.
RWY 23: 364246.61N 0031505.18E.
- Dimensions de la bande: **3620 m x 300 m.**
- Pente de la piste : 0,09%.
- Altitude du seuil :
RWY 05 : 22 m.
RWY 23 : 25m. [11]

NB : la piste est dépourvue du prolongement d'arrêt (stopway), et du prolongement dégagé (clearway).

✓ **Piste secondaire 09/27 :**

Elle se caractérise par :

- Dimension : 3500 m x 45 m.
- Résistance (PCN) et revêtement de la piste: 78 F/D/W/T Asphalte.
- Coordonnées du seuil :
RWY 09 : 364131.42N 0031014.88E.
RWY 27 : 364128.10N 0031235.80E.
- Dimensions de la bande : **3500m x 45m.**
- Pente de la piste et du prolongement d'arrêt (SWY) : 0,11%.
- Altitude du seuil
RWY 05 : 17 m.
RWY 23 : 20m. [11]

Remarque : Cette piste dispose d'un prolongement d'arrêt (stopway) d'une longueur de 310m et dépourvue du prolongement dégagé (clearway).

II.2.3.2 Aérobares passagers

Quatre terminaux accueillent actuellement les passagers de l'aéroport :

- Le terminal 4, inauguré en 2019, dédié pour les vols internationaux vers l'Europe et l'Amérique du Nord et l'Asie.
- Le terminal 1, inauguré en 2006, dédié aux vols nationaux et internationaux vers l'Afrique et le Moyen-Orient.
- Le terminal 2, ancien terminal international puis national, rénové, dédié aux vols nationaux puis aux vols charters.
- Ancienne aérobare désaffectée :

Ancienne aérobare destinée aux vols intérieurs, elle a été réouverte en 2007 pour servir de terminal 3 à destination des vols charters notamment pour le Hajj et Omra. Puis désaffectée en 2019.

En outre l'aérodrome dispose d'une aire d'atterrissage d'hélicoptères à l'instar des terminaux sus-cités.

II.2.3.3 Aides de radio navigation et d'atterrissage

Tableau II-1: Aides de radio navigation et d'atterrissage— DAAG. [11]

Type	d'aide Identification	Fréquences
DVOR/DME	ALR	112.5 MHZ(CH 72 X)
DVOR/DME	ZEM	116.6 MHZ(CH 113 X)
DVOR/DME	SDM	113.9 MHZ (CANAL 86X)
NDB	SMR	370 KHZ
NDB	MAR	416 KHZ
NDB	ZEM	359 KHZ
LOC23/ILS CAT III	AG	110.3MHZ
GP 23		335MHZ
DME	AG	CH 40 X
LOC09/ILS CAT II	HB	108.5 MHZ
GP 09		329.9 MHZ
DME	HB	CH 22X
OM 23	2 traits/sec	75 MHZ
OM 09	2traits/sec	75 MHZ
MM 23	1point/1trait sec	75 MHZ
L	OA	342 KHZ
LOC27/ILS CAT I	AL	109.5MHZ
GP 27		332.6 MHZ
DME	AL	CH32X

II.3 Définition du terrain

L'annexe 15 définit le terrain comme suit :

La surface de la terre contenant des entités naturelles telles que montagnes, collines, crêtes, vallées, étendues d'eau, glace et neige pérennes, mais excluant les obstacles.

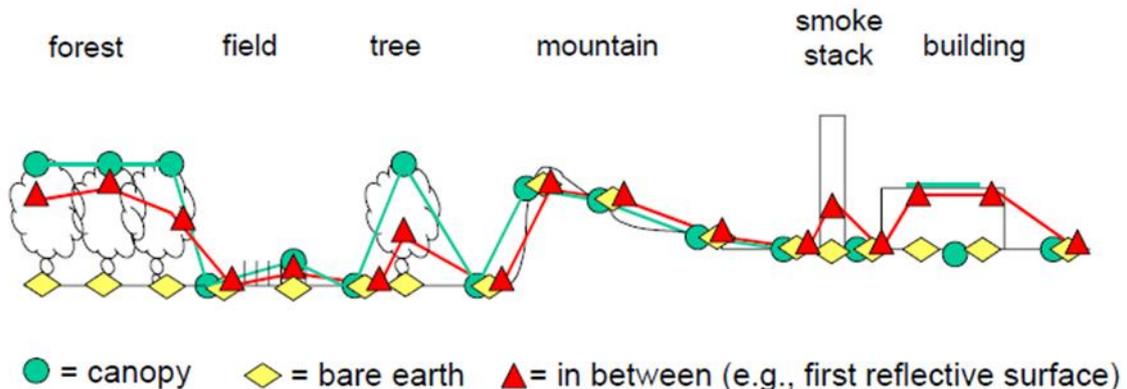


Figure II-3: Définition du terrain. [15]

II.4 Définition d'obstacles

Toute installation d'une certaine hauteur : bâtiment, antenne, tour, grue, éolienne, installation de transport par câble, ligne à haute tension, etc. De même que les plantes, sont susceptibles de représenter un obstacle et donc un danger pour le trafic aérien. En conséquence, ces obstacles doivent être déclarés aux autorités et faire l'objet d'un examen spécifique à l'aviation avant d'être érigés.

Le terme «obstacle» à des applications différentes dans les SARP de l'OACI :

- Annexe 4 : le terme « obstacle » n'est utilisé dans cette Annexe que pour désigner les objets qui doivent être indiqués sur les cartes en raison du danger qu'ils représentent pour la sécurité des aéronefs en ce qui concerne le type d'opération visé par la série de cartes considérées.
- Annexe 14 : le terme « obstacle » est utilisé dans cette Annexe pour des fins de balisage, de marquage et d'éclairage, destiné à signaler leur présence au pilote.
- Annexe 15 : le terme « obstacle » est utilisé à titre d'information et pour diffusion générale au moyen de produits d'information aéronautique.

En conséquence, la définition OACI d'un obstacle est la suivante :

Tout ou partie d'un objet fixe (temporaire ou permanent) ou mobile :

- qui est situé sur une aire destinée à la circulation des aéronefs à la surface ; ou
- qui fait saillie au-dessus d'une surface définie destinée à protéger les aéronefs en vol ; ou
- qui se trouve à l'extérieur d'une telle surface définie et qui est jugé être un danger pour la navigation aérienne.

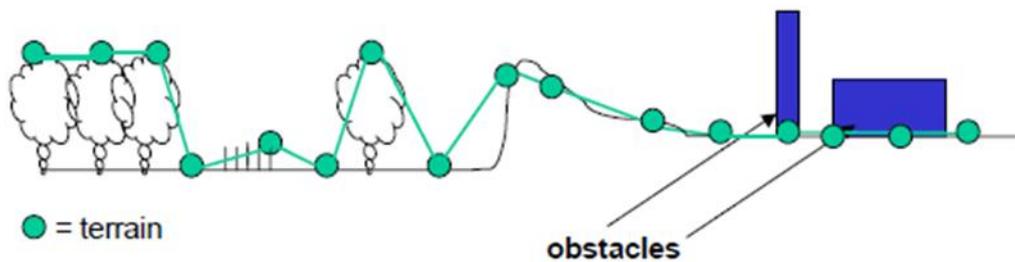


Figure II-4: Définition d'obstacles. [15]

II.4.1 Les différentes catégories d'obstacles

Les obstacles peuvent être fixes (terrain naturel, bâtiments, pylônes, lignes électriques) ou mobiles (routes, voies ferrées).

Afin de prendre en compte leurs différences de visibilité, les obstacles fixes sont distingués en trois catégories:

- **Les obstacles massifs** (élévation de terrain naturel, forêts, bâtiments, etc...).
- **Les obstacles minces** (pylônes, éoliennes, cheminées d'une certaine hauteur par rapport à la base, etc...).
- **Les obstacles filiformes** (lignes électriques, lignes téléphoniques, câbles de téléphériques etc...). [17]

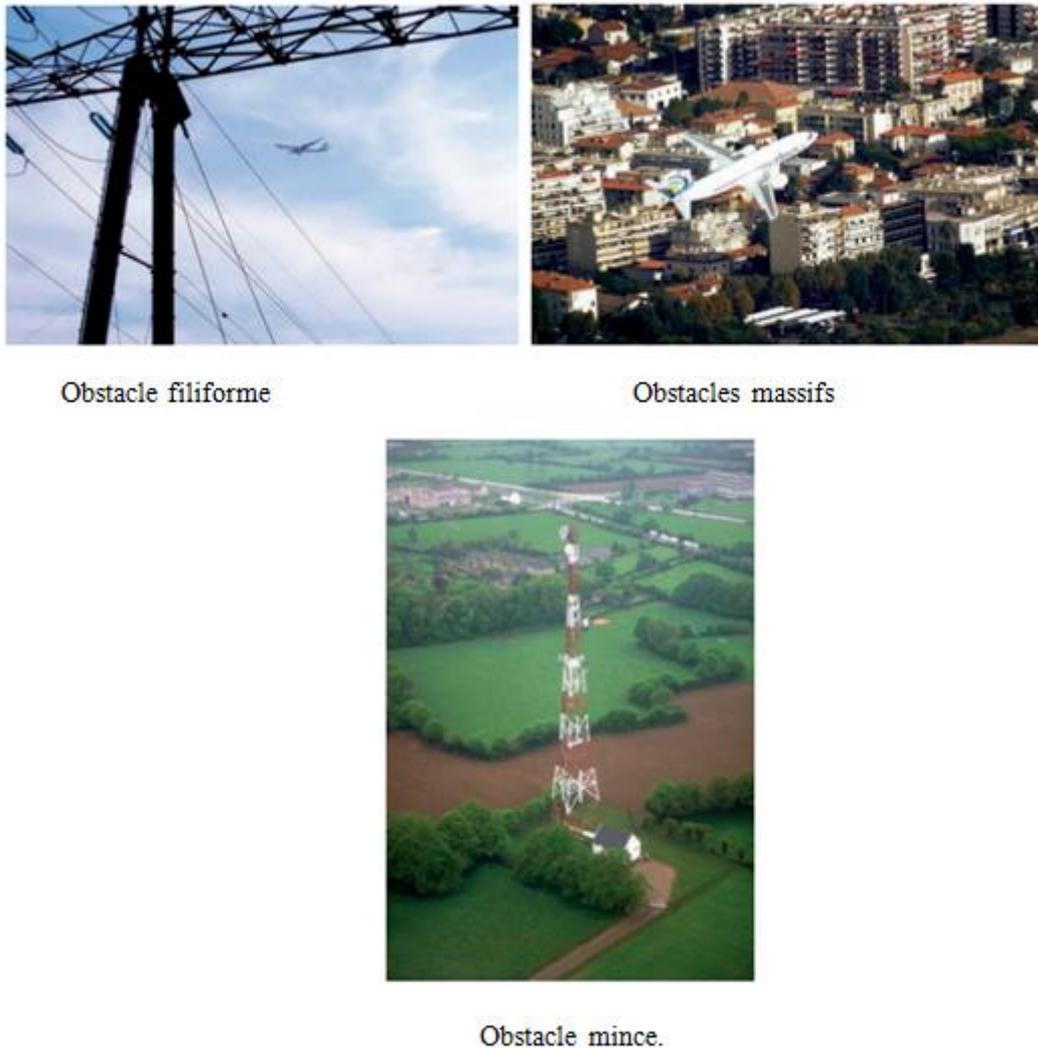


Figure II-5: Exemples sur les catégories d'obstacles fixes. [17]

II.5 Comment les obstacles et le terrain sont fournis aujourd'hui ?

A. Obstacles dans l'AIP

- ❖ Dans la partie ENR 5.4 « OBSTACLES A LA NAVIGATION AERIENNE DE ROUTE »

Les obstacles sont présentés comme l'indique la figure II .6, notamment :

- 1) désignation des obstacles.
- 2) types d'obstacles.
- 3) position des obstacles, représentée par les coordonnées géographiques.
- 4) altitude et hauteur des obstacles, en mètre.

5) type et couleur du balisage de l'obstacle.

Désignation	Type d'obstacle	Coordonnées	Altitude/ hauteur SOL (M)	BALISAGE OBSTACLE Type /Couleur
1	2	3	4	5
LES TREMBLES	Emetteur	351700N 0003503W	700 (270)	X
TESSALA	Emetteur	351600N 0004603W	1305 (100)	X
MURDJADJO	Pic	354100N 0004503W	680 (30)	
GRABES	Pic	354200N 0001457E	254 (30)	
AIN NSOUR	Emetteur	355700N 0010657E	827 (100)	
ANNEB	Pic	362300N 0015257E	1118 (30)	X
PIC. ABDELKADER	Pic	362400N 0024957E	1670 (150)	
ORAN	Pylône	354617N 0002948W	711 (100)	
OULED FAYET	Emetteur	364300N 0025657E	379 (158)	X
BOUZEREAH	Tour	364700N 0030057E	460 (50)	X
RAS MATIFOU	Emetteur	364800N 0031357E	108 (70)	X
OURIACHIA	Pic	364100N 0034957E	917 (30)	X
AKFADOU	Emetteur	363700N 0043358E	1721 (100)	X
DJEBEL MEGRISS	Pic	361900N 0052058E	1837 (100)	
DJEBEL DRISS	Pic	363400N 0062658E	1215	
KEF EL AKHAL	Emetteur	362401N 0064258E	1299 (100)	X
DJEBEL M' SID	Emetteur	362401N 0080158E	1506 (100)	
DJEBEL REGHEIS	Pic	355501N 0070758E	1665 (30)	
AIN BEIDA	Emetteur	354422.24N 0072051.16E	1189 (278)	X
TOFLA	Emetteur	325601N 0031458E	800 (45)	X
TINFOUYE / Mederba	Pylône	291102N 0073158E	387 (81)	X
TINFOUYE / Côte 368	Pylône	285702N 0072658E	449 (81)	X
TINFOUYE	Pylône	283702N 0072658E	513 (21)	X
TIPAZA	Antenne	363400N 0022857E	597 (355)	X
DJEBEL / Bouderga	Pic	333701N 0010357E	1870 (40)	
TAMENGHASSET	Pic	225303N 0044958E	2050 (100)	
ZARZAITINE	Pylône	301102N 0092158E	414 (100)	
TORCHE DE RAFFINERIE	Pylône	364051.89N 0030724.03E	20 (100)	X
BATIMENT	Bâtiment	364606.313N 0030111.405E	261 (124)	
MINARET	Bâtiment	364408.93N 0030816.93 E	290	X

Figure II-6: Obstacles à la navigation aérienne de route. [18]

❖ Dans la partie AD 2.10

Constituée de deux aires qui sont :

- Aires d'approche et de décollage comme indiquée dans la Figure II .7.
- Aires de manœuvres à vue et aérodrome (voir Figure II .8).

❖ Format de publication :

- Format de texte brut.

❖ Données d'obstacles publiées :

- Type d'obstacles.

- Hauteur.
- Marquage et balisage lumineux.
- Coordonnées géographiques.

Aires d'approche et de décollage				
1				
PISTE ou Aire concernée	Type d'obstacles, Hauteur, Marquage et balisage lumineux			Coordonnées
	Type d'obstacle	Hauteur	Marquage et balisage lumineux	
a	b			c
RWY 09	Château d'eau	31.84 M ALT60.64 M	Balisé jour et nuit	QDR 87.15° et à 2746M du THR 27
RWY 09	Bâtiment	18 M ALT28 M	Non balisé	364135.8N 0030932.5E
RWY 23	Antenne LLZ	1.10 M ALT26.10 M	Balisé jour et nuit	364131.96N 0031303.06 E
RWY 27	Minaret	290 M	Balisé nuit	364408.93N 0030816.933 E
APCH09 DEC27	Torche de raffinerie	100 M ALT120 M	Balisé jour et nuit	364051.89 N 0030724.03 E
	Stade de Baraki	51.91 M ALT64.11 M	Non balisé	(1)
	Bâtiment	124M 385 M	Non balisé	364606.313 N 0030111.405 E

Figure II-7: Obstacles d'aires d'approche et de décollage –DAAG-[11]

Aires de manœuvres à vue et aérodrome				Observations
2				
Type d'obstacles, Hauteur, Marquage et balisage lumineux			Coordonnées	
Type d'obstacle	Hauteur	Marque et balisage lumineux		
a			b	
TWR	45 M	Balisée jour et nuit	364200N 0031255E	
Antenne GP	13.65 M ALT38.65 M	Balisé jour et nuit	364127.4N 0031027.4E	
Antenne radar SMR	25 M ALT52 M	Balisé jour et nuit	364119.1N 0031304E	
Antenne radar	ALT 49 M	Balisé jour et nuit	364037N 0031050E	
Pylones d'éclairage Parking P13	30 M	Balisé de nuit	364141.88N 0031226.71E	
	30 M	Balisé de nuit	364141.94N 0031223.08E	
	30 M	Balisé de nuit	364142.02N 0031219.46E	
	30 M	Balisé de nuit	364142.12N 0031215.83E	
	15 M	Balisé de nuit	364136.97N 0031228.19E	
	15 M	Balisé de nuit	364137.08N 0031224.56E	
	15 M	Balisé de nuit	364136.82N 0031221.34E	
	15 M	Balisé de nuit	364136.86N 0031219.32E	
	15 M	Balisé de nuit	364136.93N 0031217.31E	
Pylones d'éclairage Parking P14	15 M	Balisé de nuit	364137.17N 0031207.15E	
	15 M	Balisé de nuit	364137.21N 0031205.14E	
	15 M	Balisé de nuit	364137.24N 0031203.12E	
	15 M	Balisé de nuit	364137.31N 0031201.11E	
	15 M	Balisé de nuit	364137.35N 0031159.09E	
	30 M	Balisé de nuit	364142.75N 0031151.77E	
	30 M	Balisé de nuit	364139.82N 0031151.65E	

(1) position à l'ouest de l'aérodrome, 4300M de la THR09, au prolongement de RCL 27.

Figure II-8: Obstacles d'aires de manœuvres à vue et aérodrome -DAAG-[11]

Act

B. Terrain et obstacles dans les cartes

Les obstacles et le terrain sont définis dans les cartes figurant dans les schémas ci-dessous :

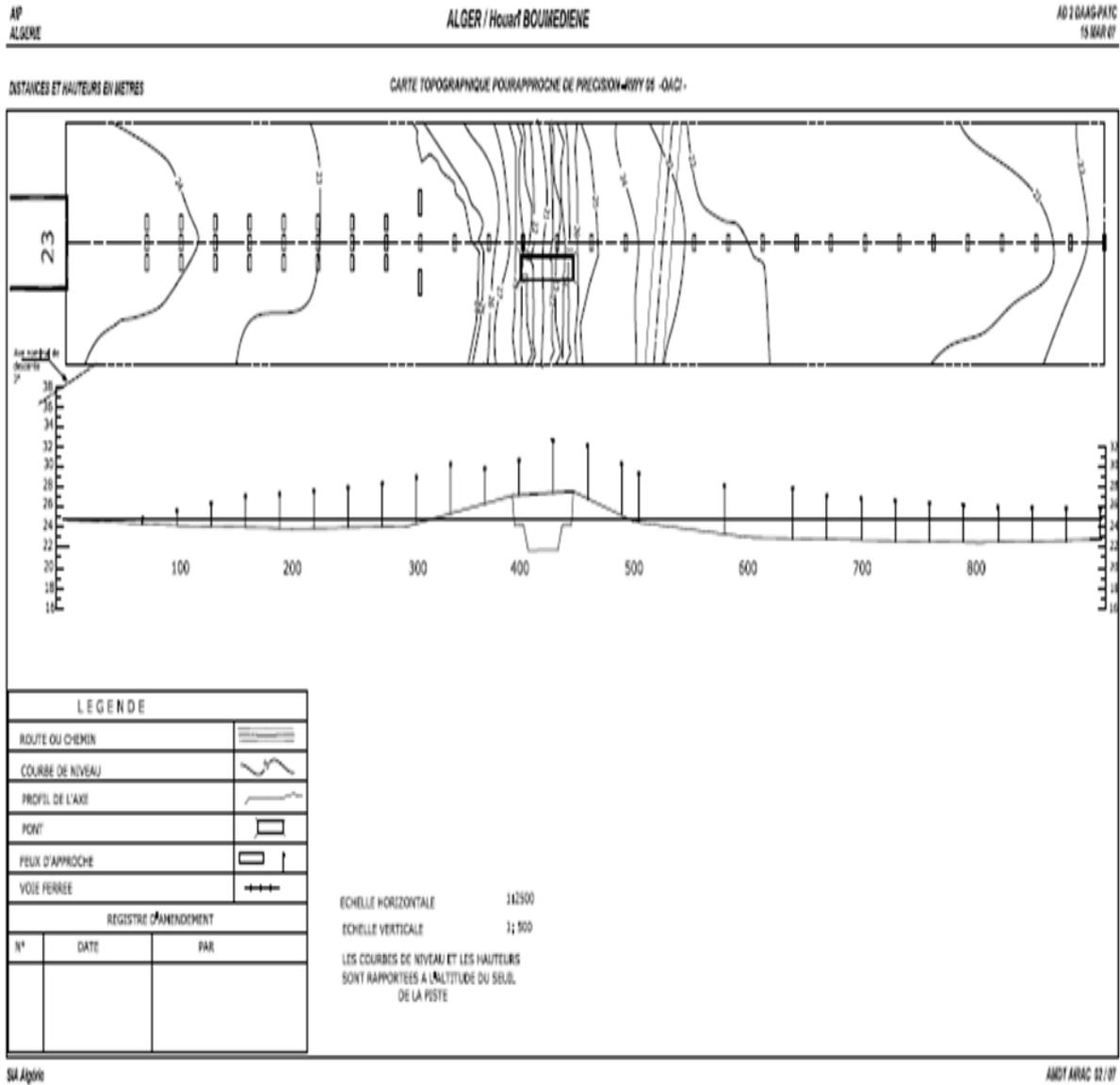


Figure II-9: DAAG Carte topographique pour approche de précision-RWY05. [19]

- ❖ Cette carte fournit des renseignements détaillés sur le profil du terrain dans une portion définie de l'approche finale afin de permettre aux exploitants aériens d'évaluer l'effet du terrain sur la détermination de la hauteur de décision au moyen de radioaltimètres. [16]

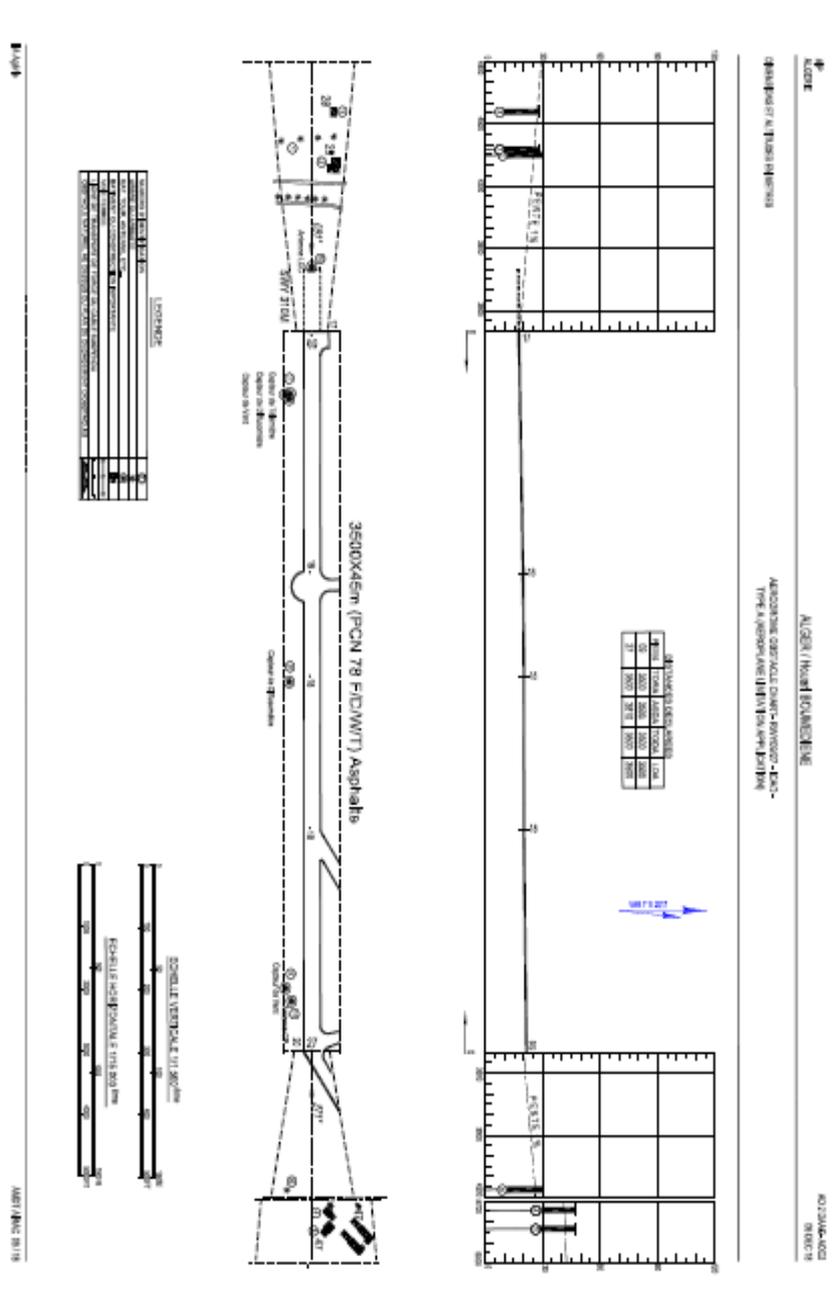


Figure II-11: AOC type A- RWY09/27 -DAAG. [21]

- ❖ Cette carte fournit les renseignements nécessaires aux fins ci-après :
 - a) détermination des altitudes/hauteurs minimales de sécurité notamment pour les circuits d'aérodrome.
 - b) détermination des procédures à utiliser en cas d'urgence au moment du décollage ou de l'atterrissage.
 - c) application des critères de dégagement et de balisage des obstacles.

d) documentation pour les cartes aéronautiques. [16]

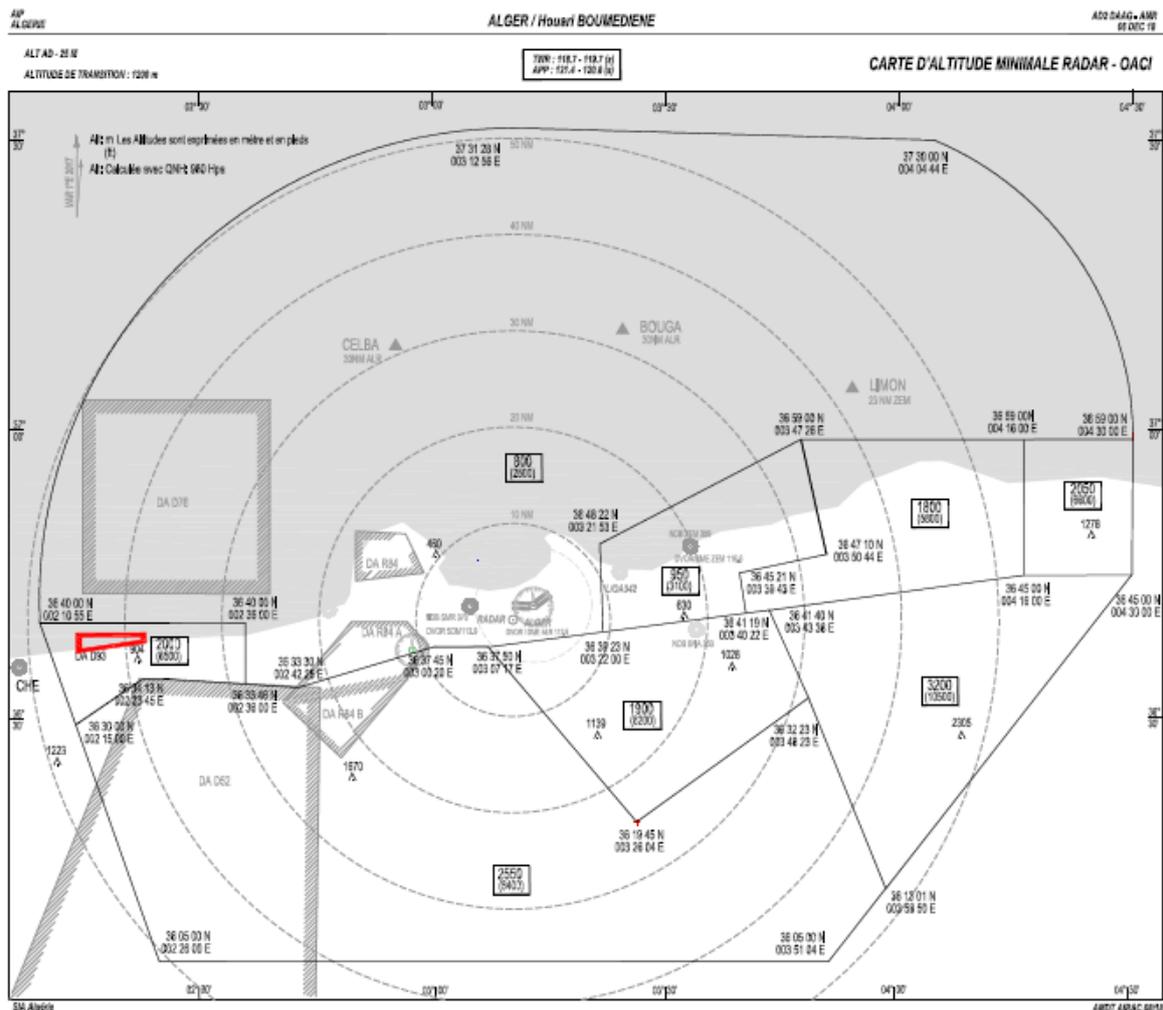
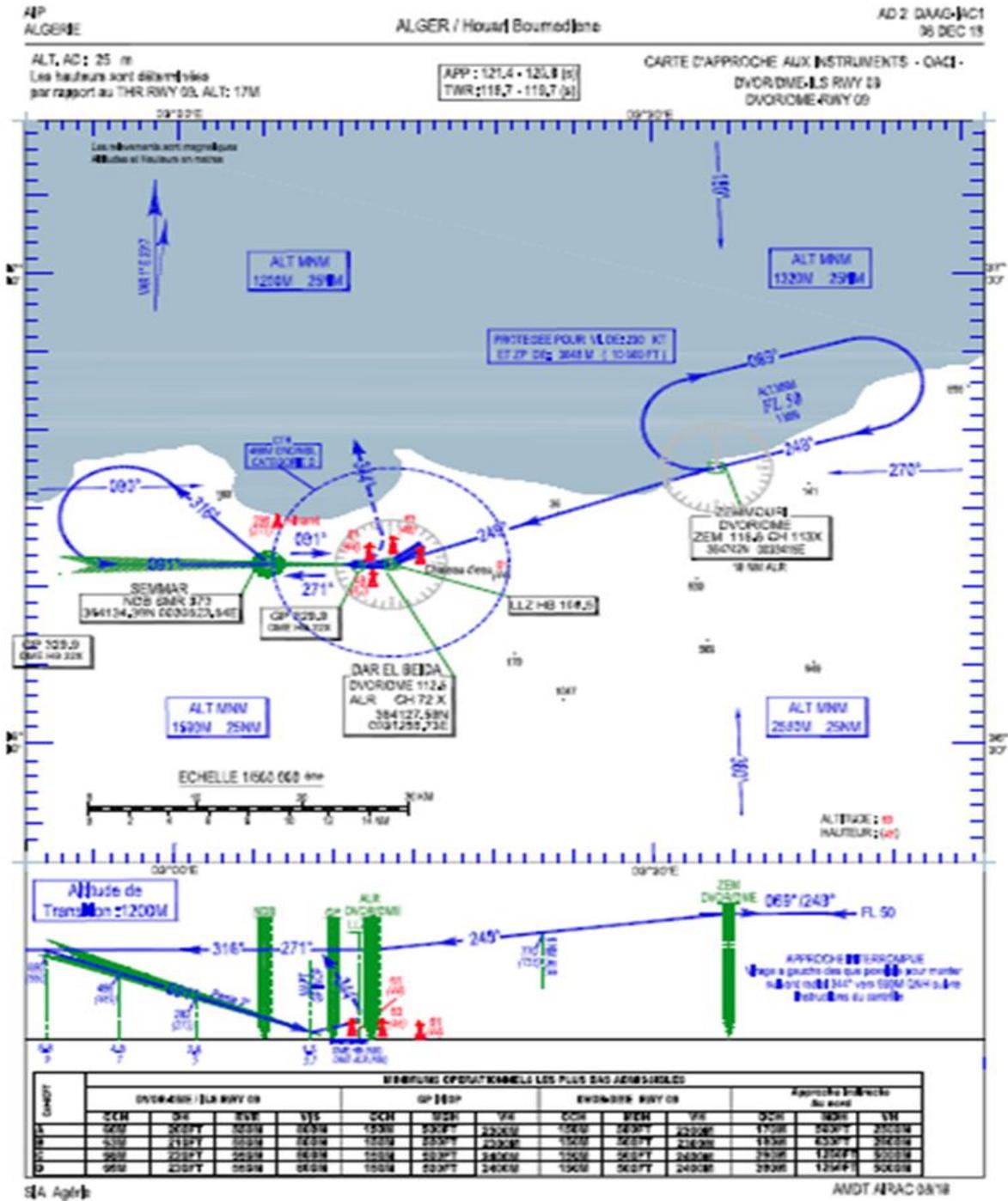


Figure II-12: Carte d'altitude minimale RADAR-OACI. [22]

- ❖ Cette carte fournit aux équipages de conduite des renseignements qui leur permettront de contrôler et de vérifier les altitudes qui leur sont assignées par un contrôleur qui utilise le radar.



II.6 Exigences OACI relatives aux parties AD2.10 et ENR5.4 de l'AIP

Conformément à l'Appendice 2 « Teneur des publications d'information aéronautique (AIP) » PANS-AIM il nous appartient d'élaborer les parties AD2.10 et ENR 5.4 de l'AIP comme suit :

- ✓ DAAG AD 2.10 Obstacles d'aérodrome

Description détaillée des obstacles :

1) obstacles situés dans **la zone 2** :

- a) identification ou désignation des obstacles.
- b) types d'obstacles.
- c) position des obstacles, représentée par les coordonnées géographiques en degrés, minutes, secondes et dixièmes de seconde.
- d) altitude et hauteur des obstacles, arrondies au mètre ou au pied le plus proche.
- e) marquage des obstacles et type et couleur du balisage lumineux (le cas échéant).
- f) mention NÉANT, le cas échéant.

2) A défaut de l'ensemble de données de **zone 2** d'un aérodrome doit être indiquée clairement ainsi que les données d'obstacles doivent être fournies sur :

- a) les obstacles qui pénètrent les surfaces de limitation d'obstacles.
- b) les obstacles qui pénètrent la surface d'identification d'obstacles de l'aire de trajectoire de décollage.
- c) les autres obstacles évalués comme étant dangereux pour la navigation aérienne.

3) mention indiquant qu'il n'est pas fourni de renseignements sur les obstacles situés dans **la zone 3**, ou, s'il en est fourni :

- a) identification ou désignation des obstacles.
- b) types d'obstacles.

c) position des obstacles, représentée par les coordonnées géographiques en degrés, minutes, secondes et dixièmes de seconde.

d) altitude et hauteur des obstacles, arrondies au dixième de mètre ou de pied le plus proche.

e) marquage des obstacles et type et couleur du balisage lumineux (le cas échéant).

f) s'il y a lieu, une mention indiquant que la liste d'obstacles est disponible sous forme d'ensemble de données numériques et un renvoi à GEN 3.1.6.

g) En cas échéant, mentionner état NEANT.

✓ ENR 5.4 Obstacles à la navigation aérienne

Liste des obstacles à la navigation aérienne dans **la zone 1** (ensemble du territoire national) :

1) identification ou désignation des obstacles.

2) types d'obstacles.

3) position des obstacles, représentée par les coordonnées géographiques en degrés, minutes, secondes et dixièmes de seconde.

4) altitude et hauteur des obstacles, arrondies au mètre ou au pied le plus proche.

5) type et couleur du balisage de l'obstacle, le cas échéant.

Remarques :

- Ces informations peuvent être omises lorsqu'ils sont disponibles dans l'ensemble de données d'obstacles. (l'ensemble de données d'obstacles sont spécifiées au chapitre III).
- Pour plus de détails sur la zone 2, la zone 3 et la zone 1 il vous appartient de consulter le chapitre III.

II.7 Contraintes

Après l'étude comparative aux normes OACI il a été constaté les contraintes suivantes :

- L'AIP ne fournit pas les données en format numérique.
- On dénote un volume de données aéronautiques important dépassant les capacités d'exploitation existant au niveau du SIA.
- Les TOD ne sont pas encore mis en œuvre cependant les procédures ont été engagées auprès de l'INCT pour l'acquisition des données liées aux TOD.
 - Le principe des zones 2a, 2b, 2c, 2d s'avère inappliqué à ce jour.
 - Absence de la compilation et la fourniture d'ensemble de données de terrain.
 - Absence de la compilation et la fourniture d'ensemble de données d'obstacles néanmoins un projet concernant le système relatif aux TOD est en cours d'acquisition (les procédures de l'élaboration du cahier de charge sont engagées).
- Les cartes aéronautiques sont dépourvues des courbes de niveau. Néanmoins le SIA dispose de carte topographique comme indiquée dans la partie II .5 de ce chapitre.
- Les coordonnées géographiques de l'obstacle « Stade de BARAKI » sont indiquée en distance comme l'indique la Figure II .14.
- L'inexistence du maintien d'une base de données ou les données numériques aéronautiques sont intégrées et utilisées dans l'AIM, tels que Les systèmes d'information géographiques (SIG).
- Les cartes d'obstacles de type A énumérées antérieurement (partie II.5) Sont obsolètes
 - Nous passons de l'AIP sous format papier aux données numériques dans l'AIM.
 - Les cartes d'obstacles de type A figurant sur papier ne peuvent renfermer tous les obstacles de la zone 1 et la zone 2.
 - Le format limité en papier est déclassé progressivement pour se tourner vers des données AIXM purement géo spatiales et ce conformément au document 8697 (Aeronautical Chart Manual) de l'OACI. (La norme AIXM est devenue le standard mondial pour les échanges de données aéronautiques).

DAAG AD 2.10 OBSTACLES D'AERODROME

Aires d'approche et de décollage				
1				
PISTE ou Aire concernée	Type d'obstacles, Hauteur, Marquage et balisage lumineux			Coordonnées
	Type d'obstacle	Hauteur	Marquage et balisage lumineux	
a	b			c
RWY 09	Château d'eau	31.84 M ALT60.64 M	Balisé jour et nuit	QDR 87.15° et à 2746M du THR 27
RWY 09	Bâtiment	18 M ALT28 M	Non balisé	364135.8N 0030932.5E
RWY 23	Antenne LLZ	1.10 M ALT26.10 M	Balisé jour et nuit	364131.96N 0031303.06 E
RWY 27	Minaret	290 M	Balisé nuit	364408.93N 0030816.933 E
APCH09 DEC27	Torche de raffinerie	100 M ALT120 M	Balisé jour et nuit	364051.89 N 0030724.03 E
	Stade de Baraki	51.91 M ALT64.11 M	Non balisé	(1)
	Bâtiment	124M 385 M	Non balisé	364606.313 N 0030111.405 E

Aires de manœuvres à vue et aérodrome				Observations
2				
Type d'obstacles, Hauteur, Marquage et balisage lumineux			Coordonnées	
Type d'obstacle	Hauteur	Marque et balisage lumineux		
a			b	
TWR	45 M	Balisée jour et nuit	364200N 0031255E	
Antenne GP	13.65 M ALT38.65 M	Balisé jour et nuit	364127.4N 0031027.4E	
Antenne radar SMR	25 M ALT52 M	Balisé jour et nuit	364119.1N 0031304E	
Antenne radar	ALT 49 M	Balisé jour et nuit	364037N 0031050E	
	30 M	Balisé de nuit	364141.88N 0031226.71E	

(1) position à l'ouest de l'aérodrome, 4300M de la THR09, au prolongement de RCL 27.

Figure II-14: Coordonnées géographiques d'un obstacle exprimées en distance. [11]

II.8 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de dresser un tableau comparatif lié au terrain et aux obstacles par rapport aux normes OACI.

CHAPITRE III
LES DONNEES DE TERRAIN ET
D'OBSTACLES
(TOD)

III. Chapitre III : Les données de terrain et d'obstacles

III.1 Généralités

Les États doivent publier depuis de nombreuses années dans leur AIP des données concernant les obstacles.

L'information devait en particulier être donnée pour les obstacles:

- pouvant présenter un danger pour la navigation En-Route.
- se situant à proximité des aérodromes et pouvant impacter les aires relatives aux manœuvres à vue.
- se situant à proximité des aérodromes et pouvant impacter les phases de décollage et d'atterrissage.

Les informations relatives au terrain ne sont requises que sous une forme très limitée, l'information devait en particulier être donnée pour les pistes dont les opérations de catégorie (CAT) II / III sont approuvées. Ces informations sur le terrain sont fournies sous forme graphique dans la carte topographique pour approche de précision (PATC), spécifiée par l'annexe 4 de l'OACI.

Mais pourquoi l'OACI s'est-elle concentrée sur les données de terrain et d'obstacles en faisant d'elles sa première priorité à l'instar des nombreux types de données aéronautiques?

L'OACI a délibérément choisi le terrain et les obstacles comme premières données aéronautiques requises sous forme numérique. Les collisions avec le terrain demeurent parmi les premiers types d'accident mortels d'avion selon FAA, 2015(voir figure III.1) et Selon l'IATA 2018. (Voir figure III.2)

CFIT Statistics

What are the top 10 leading causes of fatal general aviation (GA) accidents (2001-2013)?

1. Loss of Control Inflight
- 2. Controlled Flight Into Terrain**
3. System Component Failure – Powerplant
4. Fuel Related
5. Unknown or Undetermined
6. System Component Failure – Non-Powerplant
7. Unintended Flight in IMC
8. Midair Collisions
9. Low Altitude Operations
10. No Code



Figure III-1: Bilan des accidents mortels de l'aviation civile. [26]

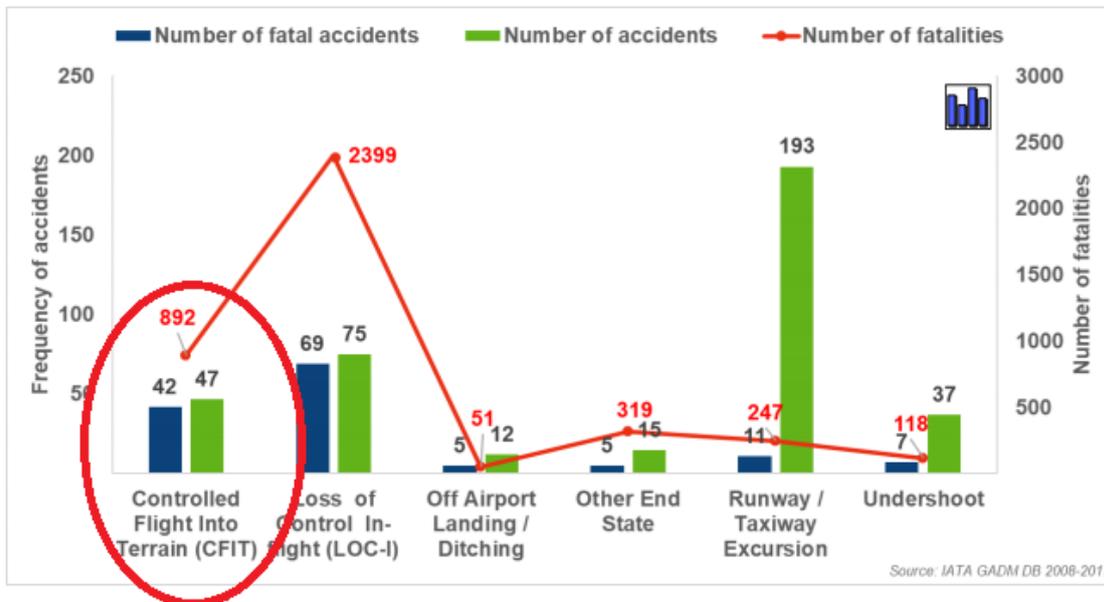


Figure III-2: Histogramme des Collectes de données sur les principaux accidents mortels.[27]

III.1.1 Amendement n° 33 de l'Annexe 15

Le besoin d'ensembles de données numériques a été exprimé à l'OACI par l'industrie et par conséquent, était inclus dans l'amendement 33 à l'annexe 15 de l'OACI, qui a été adopté en février 2004 et est entré en vigueur en juillet de la même année. L'OACI a toutefois reconnu que l'introduction des SARPs relatives à la fourniture de données sur le terrain et les obstacles était un défi et par ailleurs Les dates applicables pour ces données ont été reportées. La Zone 1 (ensemble du territoire national) et la zone 4 (zone d'opérations de catégorie II ou III) est entrée en vigueur le 20 novembre 2008. Les autres zones, Zone 2 (région de contrôle terminale) et la zone 3 (zone d'aérodrome/héliport) devaient entrer en vigueur le 18 novembre 2010.

III.1.2 Amendement n° 36 de l'Annexe 15

Le travail du TOD WG et de son groupe de discussion technique pour résoudre les lacunes dans L'amendement 33 de l'annexe 15 de l'OACI a été fourni à l'OACI et a servi de base à l'amendement 36 de l'annexe 15 de l'OACI. Cette modification a été officiellement émise le 1er avril 2010 et est entrée en vigueur le 12 juillet 2010, devenant applicable le 18 novembre 2010.

Cet amendement, bien qu'il contienne un certain nombre d'ambiguïtés, il permet de réaliser des économies par rapport aux exigences initiales introduites par l'amendement 33. Cet amendement introduit également la division de la zone 2 en quatre sous-zones : les zones 2a, 2b, 2c et 2d.

III.1.3 Amendement n° 37 de l'Annexe 15

L'amendement 37 a été adopté par le Conseil de l'OACI le 1er mars 2013 et est entré en vigueur le 15 juillet 2013 et devient applicable le 14 novembre 2013.

L'amendement 37 introduit un ensemble de définitions telles que : gestion de l'information aéronautique (AIM), données cartographiques d'aérodrome (AMD), base de données cartographiques d'aérodrome (AMDB) et niveau de confiance.

Propose un nouveau concept de classification de l'intégrité qui élimine les valeurs de niveau d'intégrité. Les données sur le terrain et les obstacles recueillies dans la zone 2 sont divisées en : les exigences relatives au terrain et aux obstacles, et certaines mises à jour ont été élaborées pour la zone 1, 2 et 4. Un nouvel attribut obligatoire, et l'identificateur de la source des données, sont introduits dans l'amendement cité supra.

III.1.4 Amendement n° 40 de l'Annexe 15

L'amendement 40 a été adopté par le Conseil de l'OACI le 9 mars 2018 et est entré en vigueur le 16 juillet 2018. Cet Amendement est devenu applicable le 8 novembre 2018.

L'amendement 40 de l'annexe 15 introduit les nouvelles procédures pour les services de navigation aérienne –Gestion de l'information aéronautique (PANS-AIM, Doc 10066), conçu pour compléter les SARPs de l'annexe 15. Avec cet amendement de l'annexe 15 et l'introduction des PANS-AIM de l'OACI, Les dispositions TOD ont été réorganisées et sont maintenant réparties entre différents chapitres et annexes dans deux documents.

L'amendement 40 introduit également le Catalogue de données aéronautiques, qui est un répertoire de toutes les exigences de qualité des données pour les données aéronautiques fournies à l'origine dans différentes appendices de différentes Annexes (c.-à-d. annexe 4, appendice 6, annexe 11, appendice 5, annexe 14, volume I, appendice 4 et Volume II Appendice 1, annexe 15 Appendices 7 et 8, PANS-OPS Volume II).

À ce titre, l'appendice 1 « Catalogue de données aéronautiques » des PANS-AIM de l'OACI fournit une description générale du champ d'application des données relatives à la gestion des données aéronautiques (AIM) et regroupe toutes les données qui peuvent être collectées et entretenues par le service d'information aéronautique (AIS).

Le catalogue de données aéronautiques est divisé en neuf sous-domaines de l'information aéronautique :

- a) Données d'aérodrome;
- b) Données d'espace aérien;
- c) Données de routes ATS et autres routes;
- d) Données de procédures de vol aux instruments;
- e) Données d'aides/de systèmes de radionavigation;
- f) Données d'obstacles;
- g) Données de terrain;
- h) Données géographiques;

i) Renseignements sur les règlements, les services et les procédures nationaux et locaux.

Chaque sous-domaine est décrit au moyen d'une liste de « sujets »; pour chaque sujet,

Le catalogue énumère les données (appelées propriétés ou sous-propriétés) qui peuvent être recueillies, leurs types de données, leur description, leurs notes et leurs exigences en matière de qualité des données.

III.2 Les fonctions de l'AIM relatives aux TOD

La compilation et la fourniture d'ensembles de données topographiques ainsi que l'ensemble de données concernant les obstacles fait partie intégrante de la transition à l'AIM.

✓ Acquisition des données :

L'envoi des données provenant de sources externes fiables, par exemple les aéroports, les administrations ou les topographes.

✓ Recueil et gestion de données :

- Importer et exporter les données de différents formats ;
- Le contrôle des données importées ;
- Assurer un environnement basé sur le système géodésique WGS84 et les transformations de projections ;
- Reporting des résultats ;
- La traçabilité des opérations effectuées.

✓ Conception et analyse des surfaces de l'aérodrome

- Assurer une visualisation 2D/3D;
- Charger les TOD des aéroports pour :

- Analyse d'impact de la structure de l'aéroport par rapport aux procédures de vol publiées, la conception des espaces aériens terminaux etc...

- Conception et cartographie des surfaces de limitation d'obstacles, conformément aux normes de l'OACI.

- L'évaluation des obstacles naturels et artificiels, conformément aux normes de l'OACI.

✓ Cartographie :

- Production et stockage des cartes aéronautiques OACI. [28]

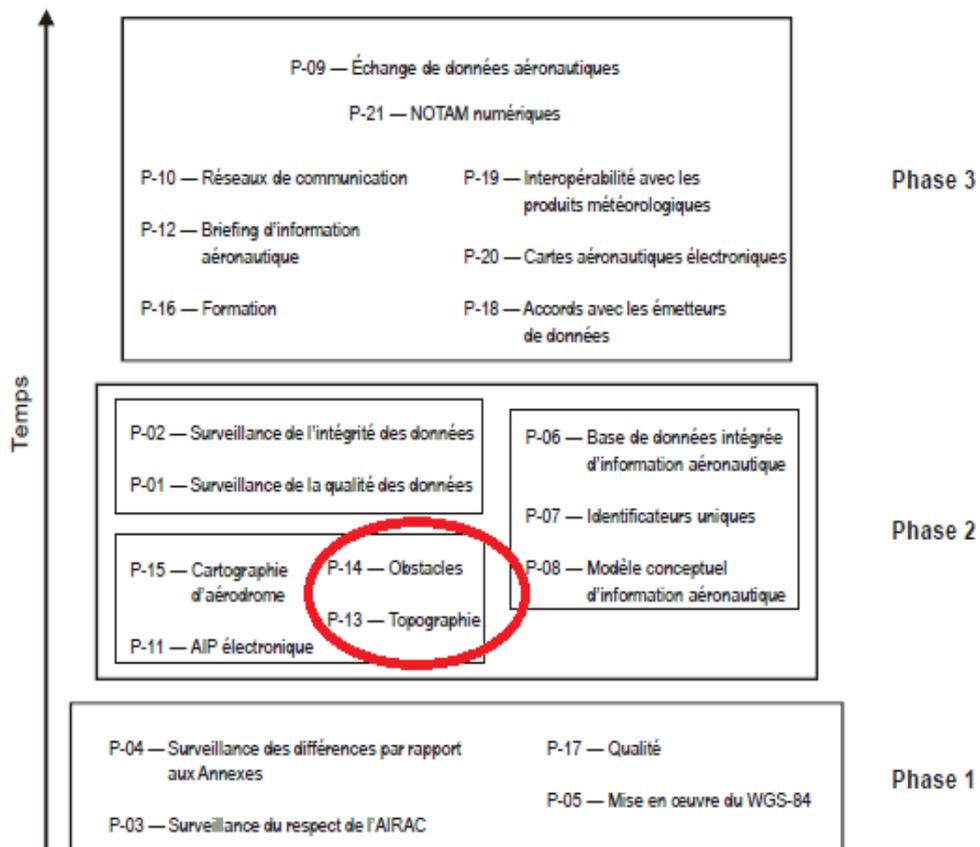


Figure III-3: Place des 21 étapes de la feuille de route dans les trois phases. [29]

III.3 Utilisation des données du terrain et d'obstacles

Les données de terrain et d'obstacles sont destinées à servir aux applications de navigation aérienne suivantes :

- Système d'avertissement de proximité du sol à fonction d'évitement du relief explorant vers l'avant et système d'avertissement d'altitude minimale de sécurité (MSAW);
- Détermination des procédures à utiliser en cas d'urgence pendant une approche interrompue ou au moment du décollage;
- Analyse des limites d'emploi des aéronefs;
- Conception des procédures aux instruments (y compris la procédure d'approche indirecte);
- Détermination de la procédure de descente progressive en route et du lieu d'atterrissage d'urgence en route;

f) Système perfectionné de guidage et de contrôle de la circulation de surface (A-SMGCS);

g) Production des cartes aéronautiques et bases de données embarquées;

Les données peuvent également être utilisées dans d'autres applications, comme des simulateurs de vol et des systèmes de visionique tous temps, et aider à la détermination de restrictions de hauteur ou à la suppression d'obstacles représentant un danger pour la navigation aérienne. [14]

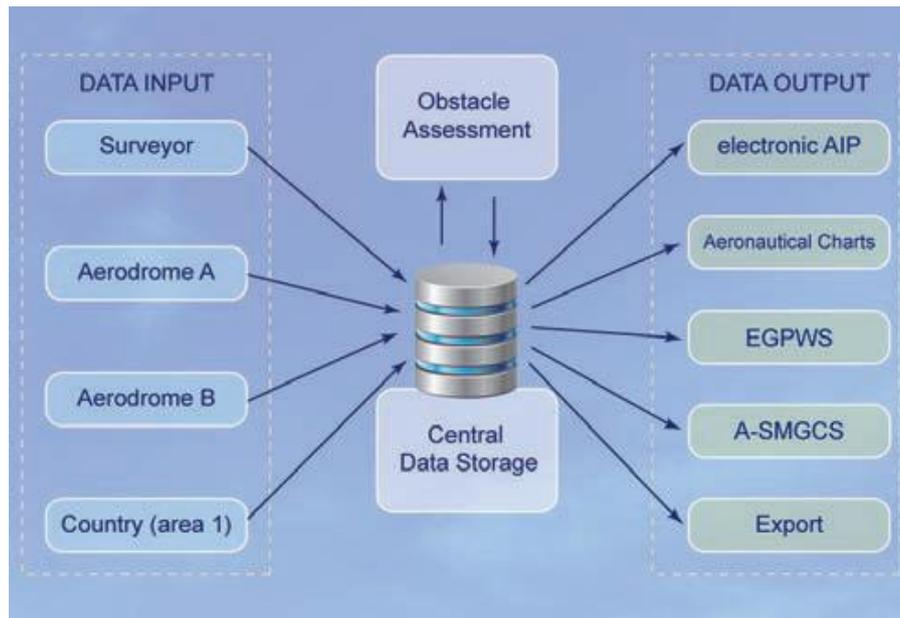


Figure III-4: Illustration d'utilisation des données du terrain et d'obstacles. [30]

III.3.1 Système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS Terrain Awareness and Warning System)

Le système d'avertissement et d'alarme d'impact ou TAWS est un système embarqué sur un avion destiné à prévenir les collisions avec le sol en vol piloté, comme l'avertisseur de proximité du sol ou GPWS et sa version améliorée E-GPWS.

Le système d'avertissement de proximité sol appelé communément GPWS est un système de surveillance, opérant avec la radio altimètre(RALT), donne à l'équipage de vol des alarmes avancées, sonores et visuelles dans des conditions de vol dangereuses proche du sol.

Les fonctions du TAWS donnent une information sur les obstacles se trouvant devant l'aéronef et donnant des avertissements à l'équipage de conduite. Cette information est basée sur le radio altimètre et une base de données avec des informations de terrain. Les systèmes d'avertissement et d'alerte de terrain fournissent automatiquement des signaux visuels et

sonores. Ces informations sont affichées sur un écran de reconnaissance de terrain. Il donne à l'équipage de vol suffisamment de temps d'alerte pour prévenir les « CFIT ».

Le fameux message résultant : <<Terrain Terrain Pull Up Pull Up >>

Il est important de noter que la fourniture d'ensembles de données de terrain et d'obstacles conduit à réduire les accidents à l'approche et à l'atterrissage ainsi que les accidents CFIT.

Exemple: HTAWS (Helicopter Terrain Awareness and Warning System).

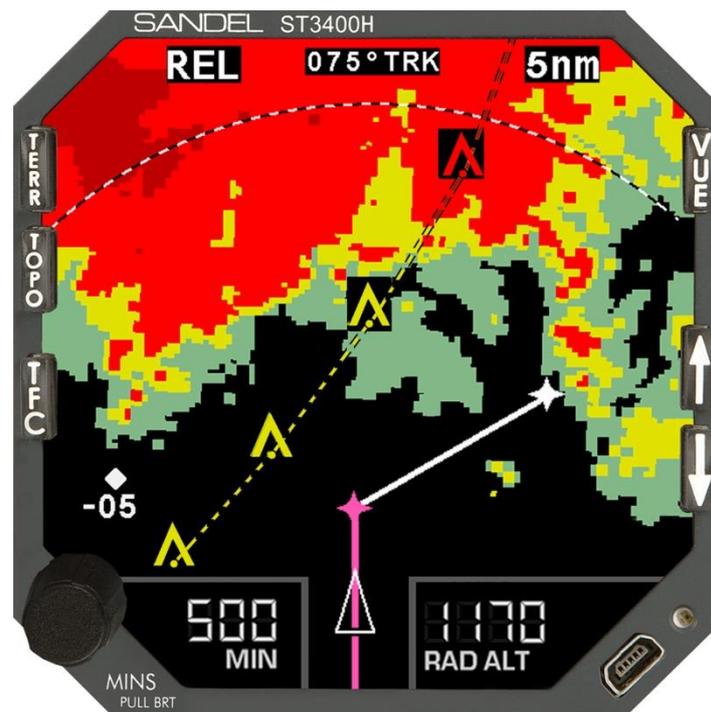


Figure III-5: HTAWS. [32]

III.3.2 Le système de vision synthétique

Le système de vision synthétique permet aux pilotes de comprendre leur environnement de vol de façon claire et intuitive, en particulier dans des situations exigeantes telles que les conditions météorologiques difficiles, phases de vol à risques, procédures spécifiques; les pilotes sont en mesure de détecter plus facilement les dangers avant que l'avion ne soit dans une situation critique.

- Il nécessite des données sur les obstacles et le terrain pour fournir un affichage informatique de la «réalité».
- Un haut niveau de précision des données de terrain et d'obstacles s'impose.

Exemple : HUD (Head-up display)



Figure III-6: Head-up display. [33]

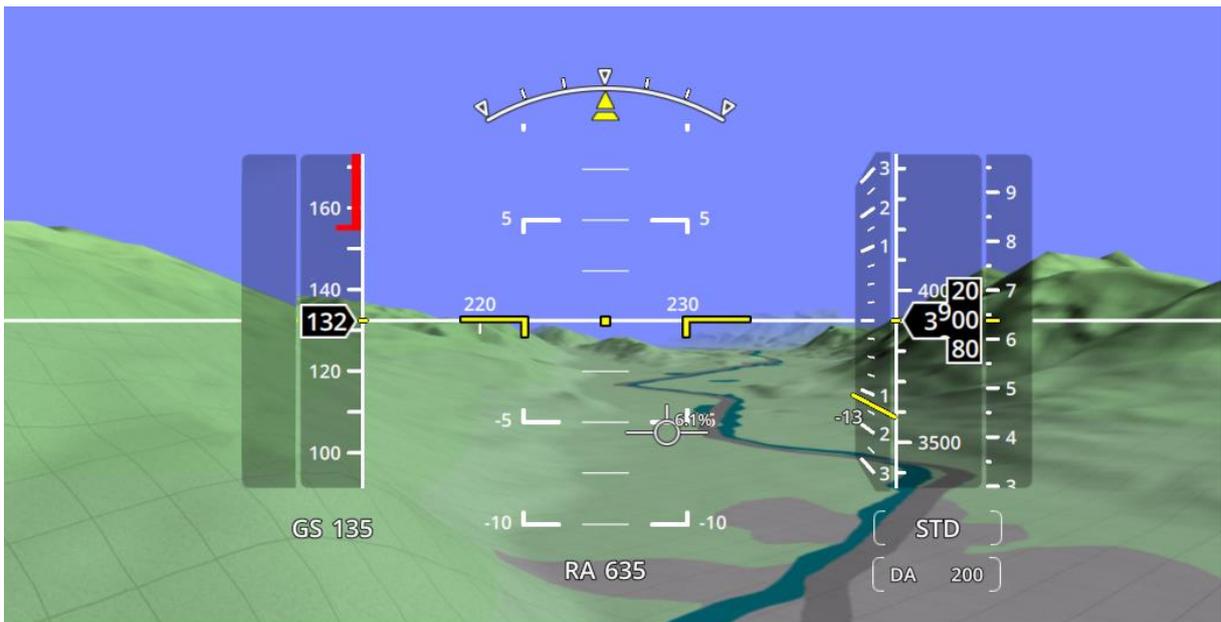


Figure III-7: SVS. [34]

III.3.3 Avertissement d'altitude minimale de sécurité (MSAW)

Avertissement d'altitude minimale de sécurité (MSAW) est un système d'alerte automatisé pour les contrôleurs de la circulation aérienne (ATCO).

MSAW compare les niveaux / altitude signalés par les transpondeurs des avions par rapport aux altitudes minimales de sécurité définies. Lorsque le niveau / l'altitude d'un aéronef est détecté ou prévu comme étant inférieur à l'altitude de sécurité minimale applicable, un avertissement visuel et, dans certaines mises en œuvre, sonore est généré à l'ATCO dans la zone de responsabilité de laquelle l'aéronef opère.

Le MSAW utilise des données de surveillance, des données de vol et des données d'environnement (par exemple des données de terrain et d'obstacles) pour émettre des avertissements.

- L'ensemble de données électroniques de terrain et d'obstacles de la zone 1 et de la zone 2 sont utilisées.
- L'utilisation des données de terrain et d'obstacles avec une précision et une résolution appropriées augmente la fiabilité des avertissements MSAW.

III.3.4 Départ normalisé aux instruments avec panne moteur EOSID

La perte d'un moteur sur un avion multi moteur au décollage est une panne majeure.

A la suite d'une panne moteur, suivre la procédure publiée de départ aux instruments n'assure pas nécessairement le franchissement d'obstacles (avec un moteur inopérant, les performances en montée de l'aéronef ne peuvent être en conformité aux exigences en matière de franchissement d'obstacles fournies dans les procédures publiées de départ aux instruments .d'où l'utilisation d'un EOSID s'impose .

EOSID est élaborée par la compagnie aérienne dans le but d'éviter les obstacles

- L'ensemble de données d'obstacles de la zone 2 ainsi que l'ensemble de données d'obstacles de la zone 1 doivent être prises en considération.

III.3.5 Conception des procédures aux instruments

Une procédure aux instruments est un ensemble de trajectoires protégées prédéterminées, effectuées par un aéronef, en utilisant uniquement les instruments de vol, tout en assurant une marge acceptable de franchissement d'obstacles.

La procédure doit être établie en tenant compte de la nécessité de ménager une marge de sécurité suffisante (MFO) autour de la trajectoire prescrite.

la conception des procédures aux instruments est élaborée en utilisant le document OACI (DOC 8168 : procédures pour les services de la navigation aérienne-Exploitation technique des aéronefs), les types de procédures aux instruments :

- En-route (carte de croisière)
- Départ (SID)
- Arrivée(STAR)
- Approche (IAC)
- Attente (IAC)

Les données relatives au terrain et aux obstacles sont utilisées par les concepteurs de procédures qui par la suite doivent appliquer des critères de franchissement d'obstacles pour calculer les altitudes minimale de sécurité, Altitude /Hauteur Minimale de Descente ou Altitude/Hauteur de décision, selon le type de procédure d'approche.

- La conception des procédures utilise principalement les données de la zone 2 (un pourcentage réduit).

III.4 Accidents et incidents liés aux TOD

Afin de prendre en considération l'importance des TOD on vous cite quelques accidents et incidents liés à ces derniers.

1/-C750, Frankfurt-egelsbach, Allemagne 2012

Le 1er mars 2012, le Cessna Citation 750 de partance de de Linz(Autriche) à destination Bratislava, (Slovaquie) via Egelsbach(Allemagne) . A fait un crash dans une région boisée a environ 4 km de l'aéroport, ayant causé la mort de cinq occupants néanmoins Il a été constaté que l'EGPWS avait émis des avertissements à proximité du terrain. L'enquête n'a pas déterminé la cause de l'accident.

Une recommandation de sécurité a été faite pour assurer la présentation claire de l'approche finale sur un angle d'approche de 4,4 degrés en raison de la situation d'obstacle. Il a également été recommandé que la région boisée doit être représentée comme un obstacle.

2/- S76C, HL9294 ,Samseong-Dong, Seoul 2013

L'an deux mille treize ce jour le seize du mois de novembre un hélicoptère S76C volait en VFR de l'aéroport international de Gimpo vers l'Héliport de Jamsil , Corée. Il est entré en collision avec un immeuble en copropriété alors qu'il s'approchait d'atterrir dans l'héliport et ce dans des conditions météorologiques défavorables (brouillard). L'enquête a déterminé que l'équipage de conduite n'avait pas pu identifier l'obstacle dû au brouillard pendant l'atterrissage. L'accident a entraîné deux morts.

Un facteur contributif était le fait que l'EGPWS n'a pas émis d'avertissement car l'EGPWS ne contenait pas les données sur les immeubles de grande hauteur, y compris les immeubles en copropriété.

3/-B734, Amsterdam Pays-Bas, 2010

Le 06 juin 2012, l'avion Boeing 737-4B6 volait de l'aéroport d'Amsterdam Schiphol(Pays-Bas) Vers l'aéroport international de Nador(Maroc).Il a heurté un essaim d'oiseaux, causant l'endommagement du moteur gauche. L'équipage de conduite a fait un virage à droite pour retourner à l'aéroport et a continué le survol à basse altitude sur une agglomération. L'avion a réussi à franchir un certain nombre d'obstacles élevés et a atterri à l'aéroport de départ. L'enquête a déterminé que le virage à droite de l'équipage de conduite avait été une bonne décision mais il n'avait pas été exécuté conformément aux normes opérationnelles de procédure en cas de panne moteur.

Une recommandation de sécurité a été formulée pour s'assurer que les aéronefs en détresse volant à une altitude minimale de guidage sont informés des obstacles élevés dans la zone de contrôle de Schiphol.

4/-A109, l'héliport de Londres, 2013

Le 16 Janvier 2013, l'hélicoptère A109 survolait le centre de Londres en direction de l'héliport de Londres, s'était écrasé à Vauxhall , Londres, après avoir entré en collision avec la flèche d'une grue de construction attachée à St George Wharf Tower à une hauteur de 700 ft MSL et ce dans des conditions météorologiques défavorables (visibilité réduite) . L'enquête a déterminé que le pilote de l'hélicoptère n'était pas au courant de la proximité de la tour et n'a pas pu constater la présence la grue. L'accident a causé la mort de deux personnes : le pilote de l'hélicoptère et un piéton.

Plusieurs recommandations de sécurité ont été élaborées concernant l'émanation de données sur les obstacles ainsi que l'exigence de l'évaluation y afférant à l'effet des obstacles sur les procédures opérationnelles et par la mise en place d'un mécanisme pour la communication et la gestion des données d'obstacles.

5/- Avion Premier IA, N777VG, Géorgie, USA ,2013

Le 20 février 2013, l'avion Premier IA effectuait une procédure de remise des gaz à Thomson-Aéroport du comté de McDuffie, Géorgie. Il est entré en collision dans un poteau électrique implanté dans une région boisée.

L'enquête a déterminé que le poteau ne respectait pas les normes d'obstruction; il n'avait pas été notifié et était donc pas représenté sur les cartes. L'accident a fait cinq morts.

III.5 L'ensemble de données de terrain

Les ensembles de données de terrain contiennent la représentation numérique de la surface du terrain sous forme de valeurs d'altitude continues à tous les points d'intersection d'une grille définie par rapport à un référentiel commun.

Quant aux hautes latitudes, il est important de noter l'espacement des points de grille en latitude peut être ajusté pour maintenir une densité linéaire constante des points de mesure.

Les ensembles de données de terrain comprennent des éléments spatiaux (position et altitude), thématiques et temporels pour la surface de la terre contenant des entités naturelles comme des montagnes, collines, crêtes, vallées, étendues d'eau et glace et neige pérennes, mais excluront les obstacles. Le terrain représente, selon la méthode d'acquisition utilisée, la surface continue qui existe au niveau du sol nu, du sommet de la couverture végétale ou entre les deux et qui est aussi appelée « première surface réfléchissante ».

Dans les ensembles de données de terrain, un seul type d'entité (le terrain) est fourni. Les attributs d'entité décrivant le terrain seront ceux qui figurent dans le tableau III.1.

Les attributs de l'entité terrain indiqués au tableau III.1, représentent l'ensemble minimal d'attributs de terrain et ceux qui sont indiqués comme obligatoires sont enregistrés dans l'ensemble de données de terrain.

Il est souhaitable de prendre des dispositions en vue de la coordination de la fourniture des données de terrain lorsque les zones de couverture respectives d'aérodromes voisins se chevauchent, afin de garantir l'exactitude des données concernant le même terrain.

Il est recommandé que pour les aérodromes situés près de frontières territoriales, les États concernés prennent des dispositions en vue du partage des données de terrain.

Tableau III-1: Attributs de terrain. [24]

Attribut de terrain	Obligatoire/optionnel
Zone de couverture	Obligatoire
Identificateur du créateur des données	Obligatoire
Identificateur de la source des données	Obligatoire
Méthode d'acquisition	Obligatoire
Pas de maille	Obligatoire
Système de référence horizontal	Obligatoire
Résolution horizontale	Obligatoire
Précision horizontale	Obligatoire
Niveau de confiance horizontal	Obligatoire
Position horizontale	Obligatoire
Altitude	Obligatoire
Référence de l'altitude	Obligatoire
Système de référence vertical	Obligatoire
Résolution verticale	Obligatoire
Précision verticale	Obligatoire
Niveau de confiance vertical	Obligatoire
Type de surface	Optionnel
Surface enregistrée	Obligatoire
Niveau de pénétration	Optionnel
Variations connues	Optionnel
Intégrité	Obligatoire
Indication de la date et de l'heure	Obligatoire
Unité de mesure employée	Obligatoire

III.6 L'ensemble de données d'obstacles

On tient à vous signaler que les données d'obstacles ne sont pas comprises dans les ensembles de données de terrain.

Les ensembles de données d'obstacles contiennent la représentation numérique de l'étendue verticale et horizontale des obstacles.

Les éléments des données d'obstacles sont des entités qui sont représentées dans les ensembles de données par des points, des lignes ou des polygones.

Dans les ensembles de données d'obstacles, tous les types définis d'entités d'obstacles sont fournis et chacun d'eux est décrit conformément à la liste d'attributs obligatoires fournie au Tableau III.2.

Les attributs particuliers associés aux types d'obstacles mobiles (opérations sur une entité) et temporaires figurent au Tableau III.2 en tant qu'attributs optionnels. Si ces types d'obstacles sont fournis dans l'ensemble de données, il faut également des attributs appropriés pour les décrire.

Les données d'obstacles de chaque zone sont conformes aux spécifications numériques applicables figurant dans la partie III.7 de ce chapitre.

La spécification de produit de données d'obstacles, appuyée par des coordonnées géographiques pour chaque aéroport pris en compte dans l'ensemble de données, contient une description des zones suivantes :

- a) zones 2a, 2b, 2c et 2d.
- b) aire de trajectoire de décollage.
- c) surfaces de limitation d'obstacles.

Il est préférable de prendre des dispositions en vue de la coordination de la fourniture des données d'obstacles lorsque les zones de couverture respectives d'aéroports voisins se chevauchent, afin de garantir l'exactitude des données concernant les mêmes obstacles.

Il est recommandé que pour les aéroports situés près de frontières territoriales, les États concernés prennent des dispositions en vue du partage des données d'obstacles.

Tableau III-2: Attributs d'obstacles. [24]

Attribut d'obstacle	Obligatoire/optionnel
Zone de couverture	Obligatoire
Identificateur du créateur des données	Obligatoire
Identificateur de la source des données	Obligatoire
Identificateur d'obstacle	Obligatoire
Précision horizontale	Obligatoire
Niveau de confiance horizontal	Obligatoire
Position horizontale	Obligatoire
Résolution horizontale	Obligatoire
Étendue horizontale	Obligatoire
Système de référence horizontal	Obligatoire
Altitude (topographique)	Obligatoire
Hauteur	Optionnel
Précision verticale	Obligatoire
Niveau de confiance vertical	Obligatoire
Résolution verticale	Obligatoire
Système de référence vertical	Obligatoire
Type d'obstacle	Obligatoire
Type de géométrie	Obligatoire
Intégrité	Obligatoire
Indication de la date et de l'heure	Obligatoire
Unité de mesure employée	Obligatoire
Opérations	Optionnel
Applicabilité	Optionnel
Balisage lumineux	Obligatoire

III.7 Couverture et disponibilité des TOD

III.7.1 Zone 1 : Couverture et disponibilité

- **Couverture** : ensemble du territoire national.
- **Disponibilité** :
 - ✓ Des données de terrain seront fournies pour la zone 1.

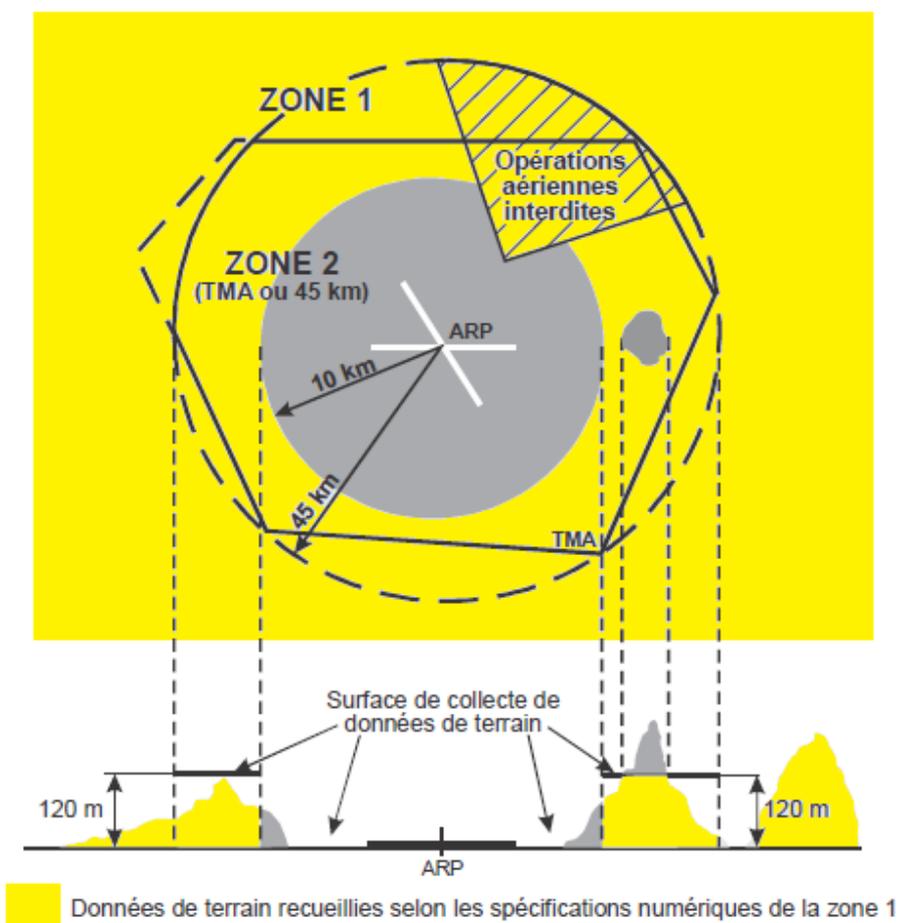


Tableau III-3: Spécifications numériques des données de terrain— Zones 1. [14]

Pas de maille	3 secondes d'arc (env. 90 m)
Précision verticale	30 m
Résolution verticale	1 m
Précision horizontale	50 m
Niveau de confiance	90 %
Classification de l'intégrité	Ordinaires
Cycle de mise à jour	selon les besoins

- ✓ Des données d'obstacles seront fournies pour les obstacles situés dans la zone 1 qui ont une hauteur égale ou supérieure à **100 m** au-dessus du sol comme indiqué dans la figure III.9. [35]

Tableau III-4: Spécifications numériques des données d'obstacles—Zone1. [14]

Précision verticale	30 m
Résolution verticale	1 m
Précision horizontale	50 m
Niveau de confiance	90%
Classification de l'intégrité	Ordinaires
Cycle de mise à jour	selon les besoins

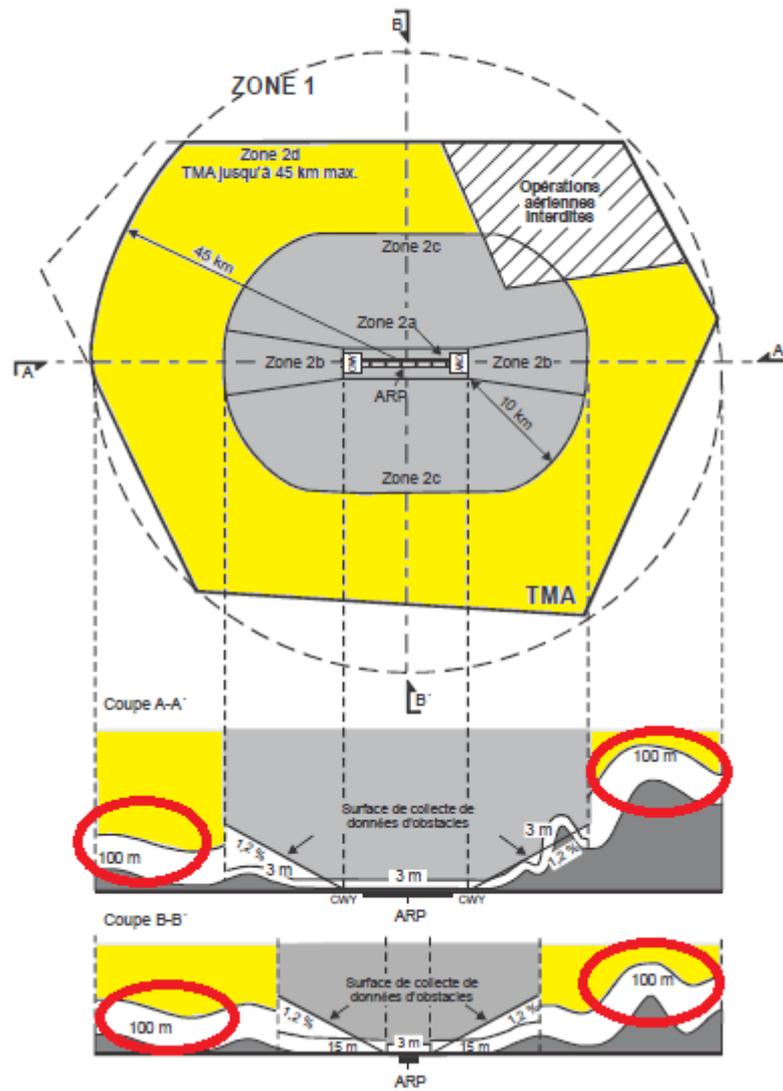


Figure III-9: Surfaces de collecte de données d'obstacles — Zone1. [24]

III.7.2 Zone 2 : couverture et disponibilité

➤ Couverture Zone 2 :

Aire située à proximité de l'aérodrome, sous-divisée comme suit :

- **Zone 2a** : aire rectangulaire encadrant une piste, y compris la bande de piste et les prolongements dégagés, le cas échéant.

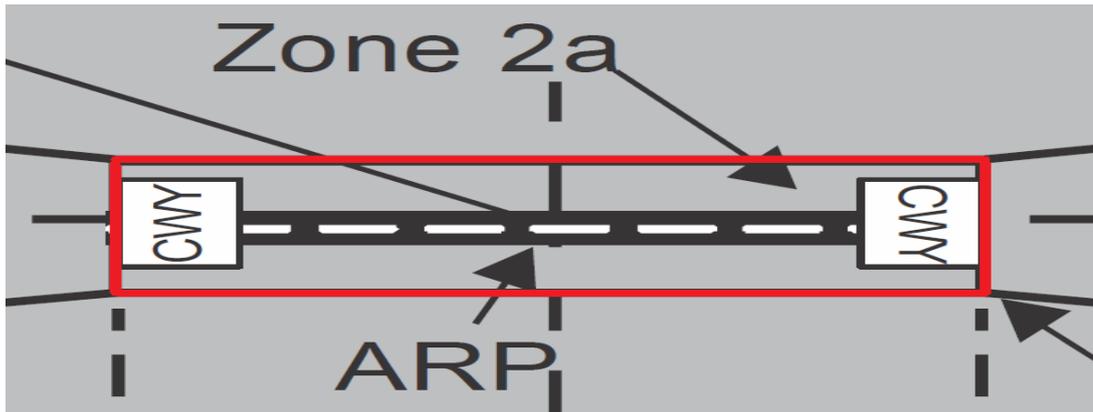


Figure III-10: Zone 2a. [24]

- **Zone 2b** : aire s'étendant à partir des extrémités de la zone 2a dans le sens du départ, sur une longueur de 10 km et avec un évasement de 15 % de chaque côté.

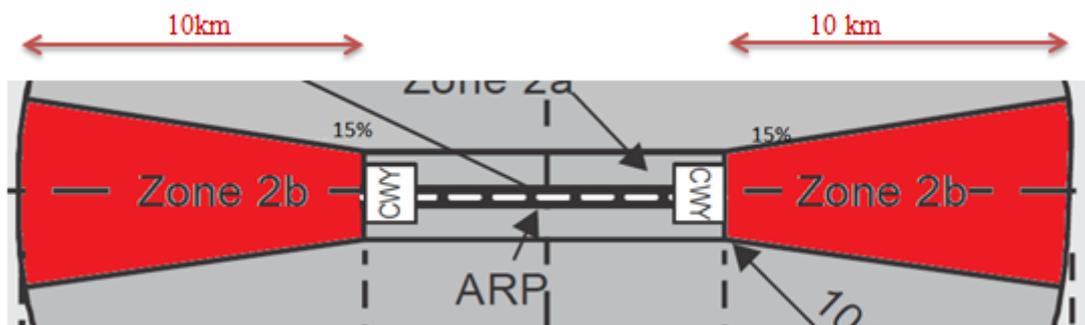


Figure III-11: Zone 2b. [24]

- **Zone 2c** : aire s'étendant à l'extérieur de la zone 2a et de la zone 2b jusqu'à une distance n'excédant pas 10 km par rapport à la limite de la zone 2a. (voir Figure III.12)

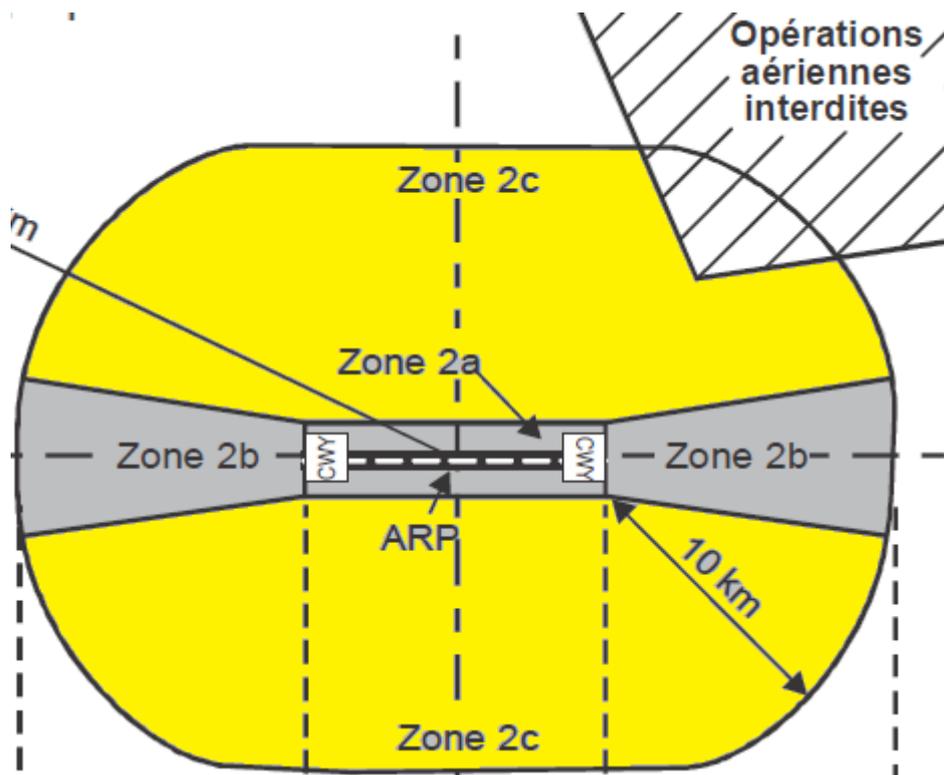


Figure III-12: Zone 2c. [24]

- **Zone 2d** : aire s'étendant à l'extérieur des zones 2a, 2b et 2c jusqu'à une distance de 45 km par rapport au point de référence de l'aérodrome ou jusqu'à la limite de la région de contrôle terminale (TMA), le cas échéant, si cette limite est plus proche.

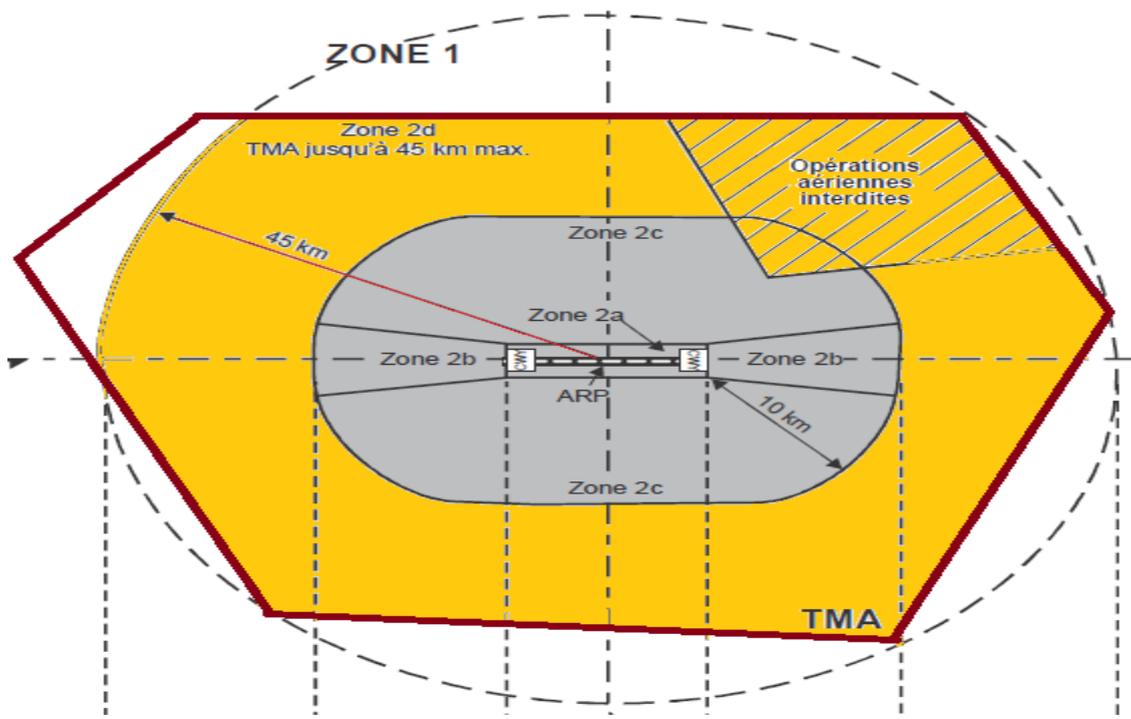


Figure III-13: Zone 2d. [24]

➤ Zone 2 : disponibilité

✓ Les Données de terrain :

Pour les aérodromes utilisés régulièrement par l'aviation civile internationale, des données de terrain seront fournies pour :

- a) la zone 2a.
- b) l'aire de trajectoire de décollage.
- c) les pénétrations des surfaces de limitation d'obstacles d'aérodrome.

Il est recommandé que pour les aérodromes utilisés régulièrement par l'aviation civile internationale, des données de terrain supplémentaires soient fournies à l'intérieur de la zone2, comme suit :

-dans un rayon de 10 km de l'ARP.

-dans la zone située entre la limite de 10 km et la limite de la TMA ou du rayon de 45 km (si cette valeur est moindre), où le terrain pénètre une surface horizontale de collecte de données de terrain située à 120 m au-dessus de l'altitude la plus faible de la piste. (Voir Figure III.14)

Tableau III-5: Spécifications numériques des données de terrain— Zone 2. [14]

Pas de maille	1 seconde d'arc (env. 30 m)
Précision verticale	3 m
Résolution verticale	0.1 m
Précision horizontale	5 m
Niveau de confiance	90 %
Classification de l'intégrité	Essentielles
Cycle de mise à jour	selon les besoins

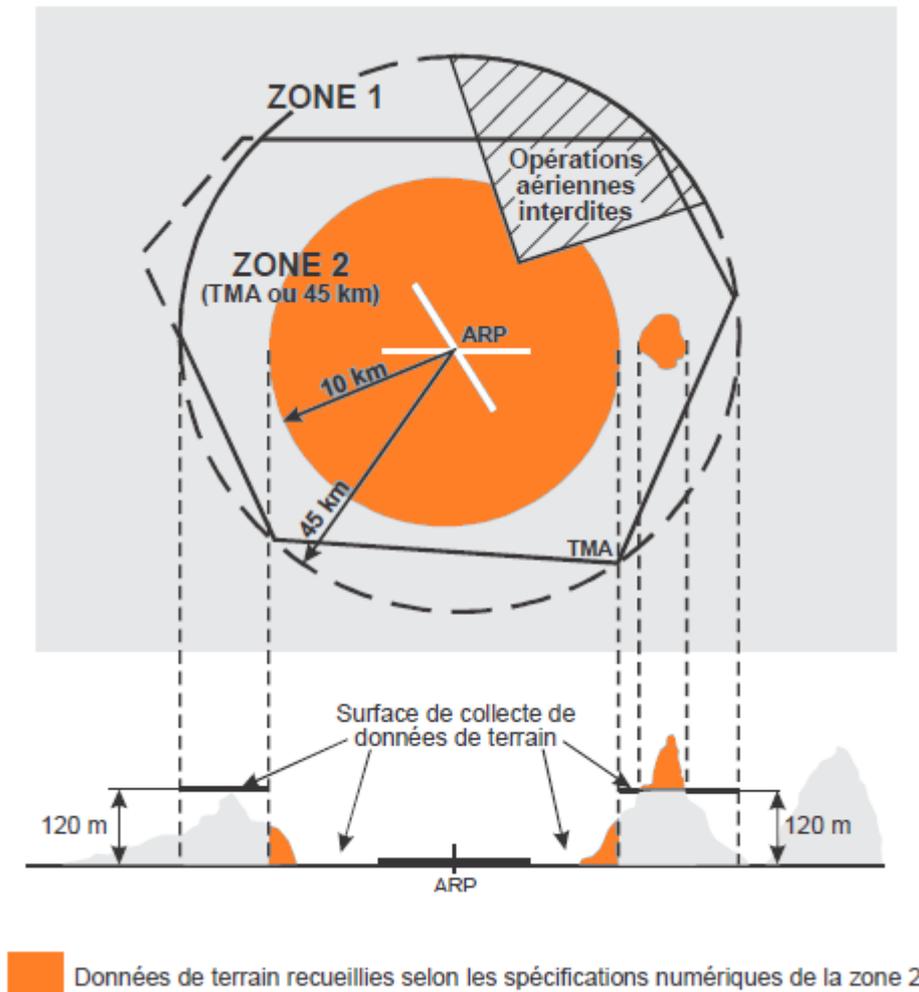


Figure III-14: Surface de collecte de données du terrain —Zone 2. [24]

✓ **Les données d'obstacles :**

Pour les aérodromes utilisés régulièrement par l'aviation civile internationale, des données d'obstacles seront fournies pour :

a) les obstacles situés dans la zone 2a qui pénètrent la surface de collecte de données d'obstacles délimitée par une aire rectangulaire encadrant une piste, y compris la bande de piste et les prolongements dégagés, le cas échéant . La surface de collecte de données d'obstacles de la zone 2a se trouvera à une hauteur de 3 m au-dessus de l'altitude de piste la plus proche mesurée le long de l'axe de la piste, et pour les parties situées au niveau des prolongements dégagés, le cas échéant, à l'altitude de l'extrémité de piste la plus proche.

b) les objets situés dans l'aire de trajectoire de décollage qui font saillie au-dessus d'une surface plane de pente égale à 1,2 % et de même origine que l'aire de trajectoire de décollage.

c) les pénétrations des surfaces de limitation d'obstacles d'aérodrome

Il est recommandé que pour les aérodromes utilisés régulièrement par l'aviation civile internationale, des données d'obstacles soient fournies sur les obstacles situés dans les zones 2b, 2c et 2d qui pénètrent la surface de collecte de données d'obstacles appropriée, comme suit :

- zone 2b : aire s'étendant à partir des extrémités de la zone 2a dans le sens du départ, sur une longueur de 10 km et avec un évasement de 15 % de chaque côté. La surface de collecte de données d'obstacles de la zone 2b suit une pente de 1,2 % qui s'étend des extrémités de la zone 2a à l'altitude de l'extrémité de piste dans la direction du départ, sur une longueur de 10 km et avec un évasement de 15 % de chaque côté ;
- zone 2c : aire s'étendant à l'extérieur de la zone 2a et de la zone 2b jusqu'à une distance n'excédant pas 10 km par rapport à la limite de la zone 2a. La surface de collecte de données d'obstacles de la zone 2c suit une pente de 1,2 % qui s'étend à l'extérieur des zones 2a et 2b jusqu'à une distance n'excédant pas 10 km par rapport à la limite de la zone 2a. L'altitude initiale de la zone 2c correspondra à l'altitude du point de la zone 2a où elle prend son origine ;
- zone 2d : aire s'étendant à l'extérieur des zones 2a, 2b et 2c jusqu'à une distance de 45 km par rapport au point de référence de l'aérodrome, ou jusqu'à la limite de la TMA, le cas échéant, si cette limite est plus proche. La surface de collecte de données d'obstacles de la zone 2d se trouve à une hauteur de 100 m au-dessus du sol.

Il n'est toutefois pas nécessaire de collecter des données sur les obstacles de moins de 3 m au-dessus du sol situés dans la zone 2b, ni sur les obstacles de moins de 15 m au-dessus du sol situés dans la zone 2c. [35]

Tableau III-6: Spécifications numériques des données d'obstacles— Zones 2. [14]

Précision verticale	3 m
Résolution verticale	0.1 m
Précision horizontale	5 m
Niveau de confiance	90%
Classification de l'intégrité	Essentielles
Cycle de mise à jour	selon les besoins

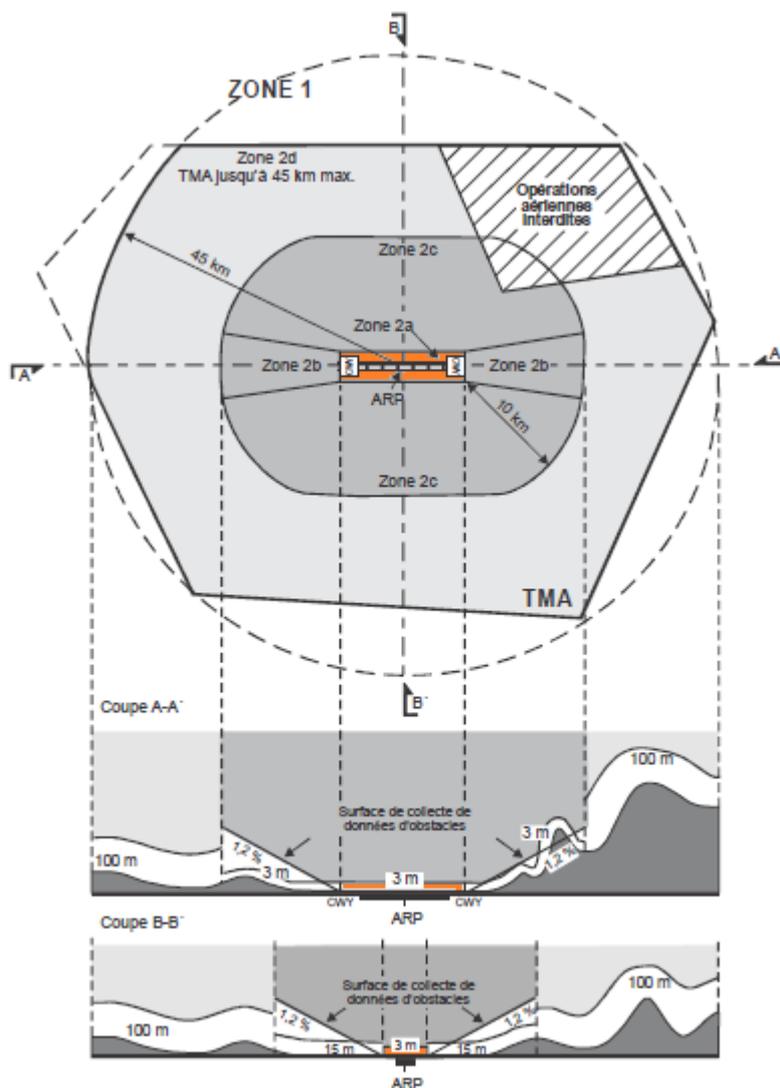


Figure III-15: Surface de collecte de données d'obstacles — Zone2. [24]

III.7.2.1 Exceptions dans les spécifications des données de la zone 2✓ **Les données de terrain**

-Dans la zone située entre la limite de 10 km et la limite de la TMA ou du rayon de 45 km (si cette valeur est moindre), les données du terrain qui ne pénètrent pas le plan horizontal situé à 120 m au-dessus de l'altitude la plus faible de la piste seront conformes aux spécifications numériques de la zone 1.

- Dans les parties de la zone 2 où les opérations aériennes sont interdites parce que le terrain est très élevé ou en raison de restrictions et/ou de règlements locaux, les données de terrain seront conformes aux spécifications numériques de la zone 1.

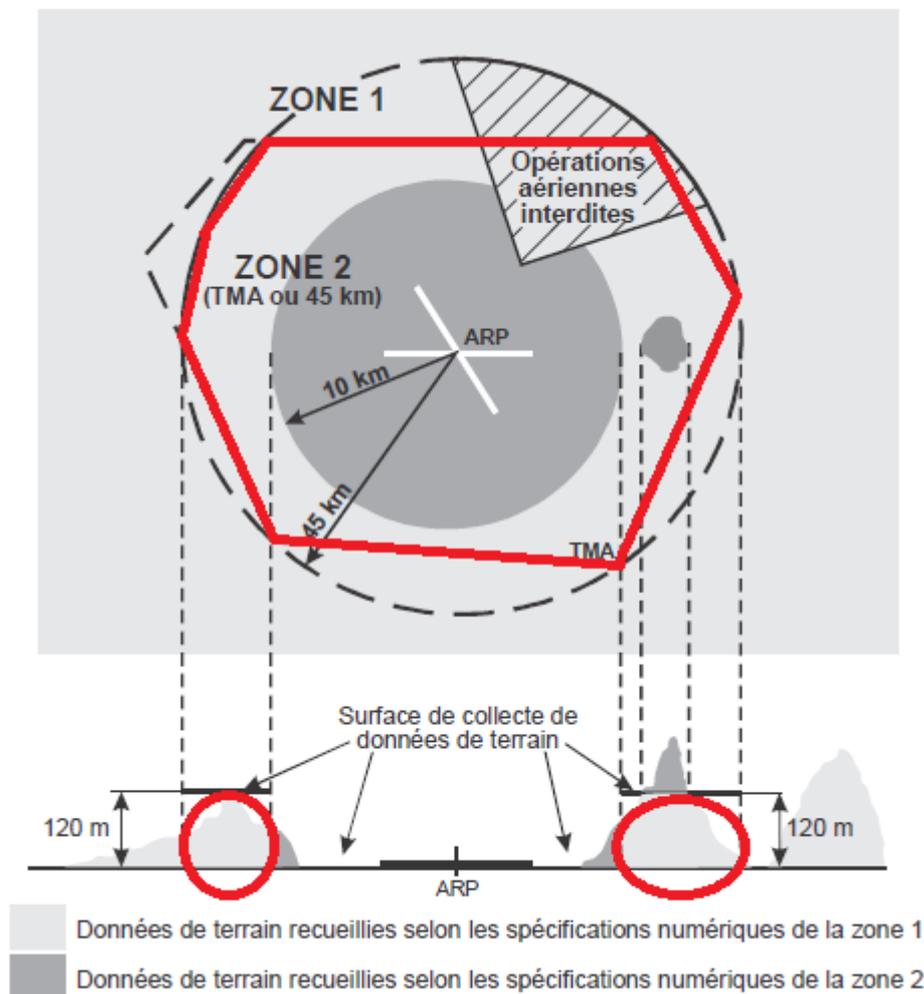


Figure III-16: Illustration d'exceptions dans les spécifications des données de la zone 2.

[24]

✓ Les données d'obstacles

Dans les parties de la zone 2 où les opérations aériennes sont interdites parce que le terrain est très élevé ou en raison de restrictions et/ou de règlements locaux, les données d'obstacles seront recueillies et enregistrées conformément aux spécifications de la zone 1.

III.7.3 Zone 3 : couverture et Disponibilité

➤ Zone 3 : couverture

Aire bordant l'aire de mouvement d'un aéroport, qui s'étend horizontalement sur une distance de 90 m par rapport à l'axe des pistes et sur une distance de 50 m par rapport au bord de toutes les autres parties de l'aire de mouvement.

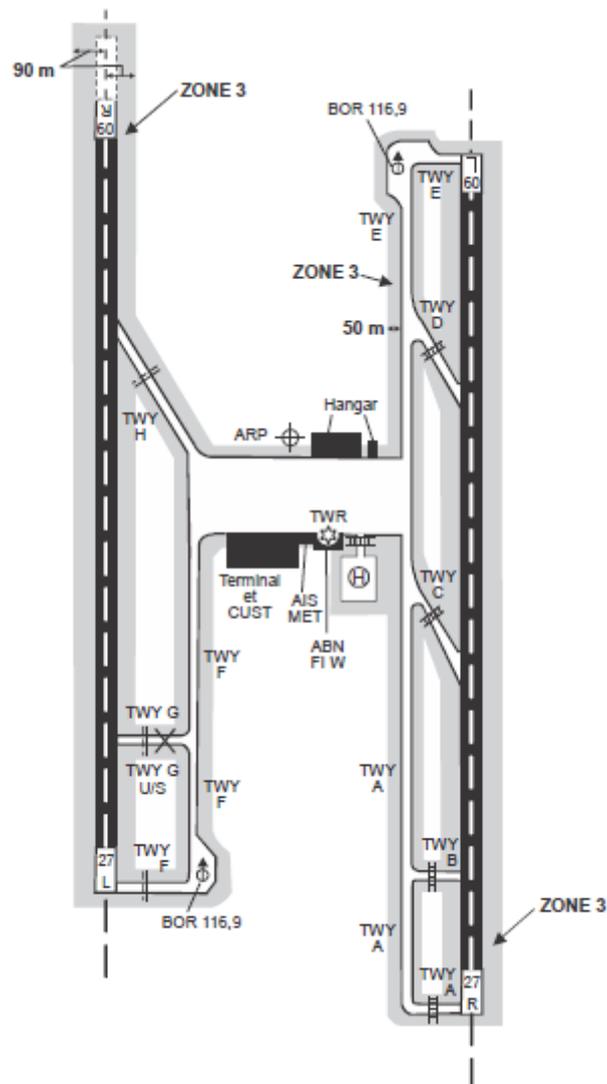


Figure III-17: Surface de collecte de données de terrain et d'obstacles — Zone 3. [24]

➤ **Disponibilité :**✓ **Les données de Terrain :**

Il est recommandé que pour les aérodromes utilisés régulièrement par l'aviation civile internationale, des données de terrain soient fournies pour la zone 3.

Le tableau décrit les spécifications numériques des données de terrain pour cette zone.

Tableau III-7: Spécifications numériques des données de terrain— Zone3.[14]

Pas de maille	0.6 seconde d'arc (env. 20 m)
Précision verticale	0.5 m
Résolution verticale	0.01 m
Précision horizontale	0.5 m
Niveau de confiance	90 %
Classification de l'intégrité	Essentielles
Cycle de mise à jour	selon les besoins

✓ **Les données d'obstacle :**

Il est recommandé que pour les aérodromes utilisés régulièrement par l'aviation civile internationale, des données d'obstacles soient fournies pour les obstacles situés dans la zone 3 qui pénètrent la surface de collecte de données d'obstacles qui s'étend à 0,5 m au-dessus du plan horizontal passant par le point le plus proche sur l'aire de mouvement de l'aérodrome.

Tableau III-8: Spécifications numériques des données d'obstacles—Zone 3. [14]

Précision verticale	0.5 m
Résolution verticale	0.01 m
Précision horizontale	0.5 m
Niveau de confiance	90%
Classification de l'intégrité	Essentielles
Cycle de mise à jour	selon les besoins

III.7.4 Zone 4: Couverture et disponibilité

➤ Couverture de la zone 4 :

Aire s'étendant sur une distance de 900 m avant le seuil et sur une distance de 60 m de part et d'autre du prolongement de l'axe de piste dans le sens de l'approche, dans le cas d'une piste avec approche de précision de catégorie II ou III. [35]

Nb: Lorsque le terrain situé à une distance supérieure à 900 m (3 000 ft) du seuil de piste est montagneux ou d'importance pour une autre raison, il est recommandé de prolonger la zone 4 jusqu'à une distance n'excédant pas 2 000 m (6 500 ft) par rapport au seuil de piste. [35]

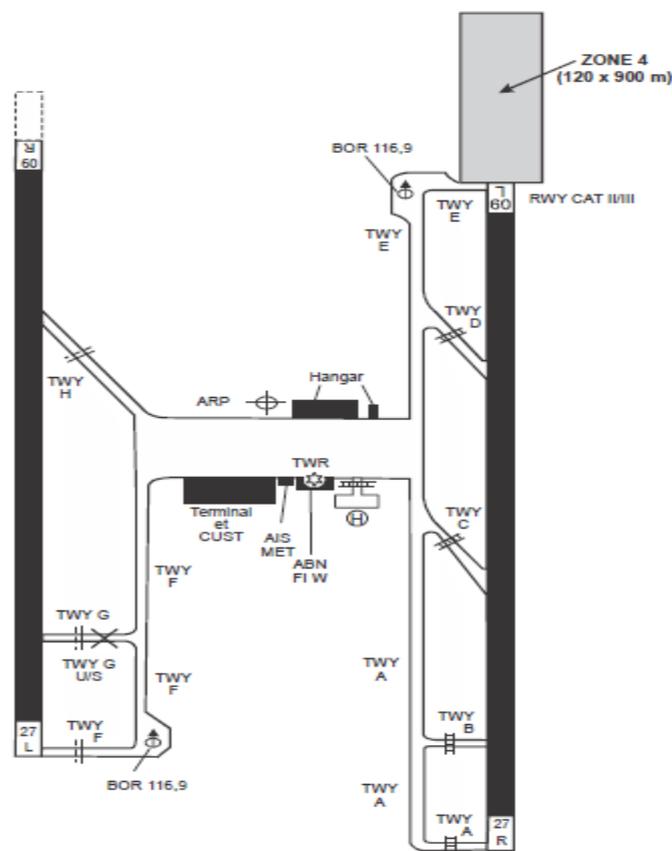


Figure III-18: Surface de collecte de données de terrain et d'obstacles — Zone 4. [24]

➤ Disponibilité :

✓ Les données de Terrain :

Pour les aéroports utilisés régulièrement par l'aviation civile internationale, des données de terrain seront fournies pour la zone 4 pour toutes les pistes pour lesquelles des opérations d'approche de précision de catégorie II ou III ont été établies et lorsque les exploitants ont

besoin de renseignements détaillés sur le terrain pour pouvoir en évaluer l'incidence sur la détermination de la hauteur de décision au moyen de radioaltimètres.

Tableau III-9: Spécifications numériques des données de terrain— Zones 4. [14]

Pas de maille	0.3 seconde d'arc (env. 9 m)
Précision verticale	1 m
Résolution verticale	0.1 m
Précision horizontale	2.5 m
Niveau de confiance	90 %
Classification de l'intégrité	Essentielles
Cycle de mise à jour	selon les besoins

✓ **Les données d'obstacle :**

Pour les aérodomes utilisés régulièrement par l'aviation civile internationale, des données d'obstacles seront fournies les obstacles situés pour la zone 4, pour toutes les pistes pour lesquelles des opérations d'approche de précision de catégorie II ou III ont été établies.

Tableau III-10: Spécifications numériques des données d'obstacles-Zone 4. [14]

Précision verticale	1 m
Résolution verticale	0.1 m
Précision horizontale	2.5 m
Niveau de confiance	90%
Classification de l'intégrité	Essentielles
Cycle de mise à jour	selon les besoins

III.8 Annonce de la disponibilité des TOD dans l'AIP

Selon l'Appendice 2 « Teneur des publications d'information aéronautique (AIP) » PANS-AIM, la disponibilité des ensembles de données de terrain et d'obstacles doit être annoncée dans la partie GEN 3.1.6 de l'AIP comme suit :

GEN 3.1.6 Ensembles de données numériques

Description des ensembles de données disponibles, notamment :

- 1) titre de l'ensemble de données.
- 2) brève description.
- 3) sujets de données inclus.
- 4) zone géographique.
- 5) s'il y a lieu, limites liées à son emploi.
- 6) renseignements indiquant comment obtenir les ensembles de données :
 - a) nom de la personne, du service ou de l'organisation responsable ;
 - b) adresse postale et adresse de courrier électronique de la personne, du service ou de l'organisation responsable ;
 - c) numéro de télécopieur de la personne, du service ou de l'organisation responsable ;
 - d) numéro de téléphone de la personne, du service ou de l'organisation responsable ;
 - e) heures de service (heures, y compris le fuseau horaire, pendant lesquelles il est possible de joindre la personne, le service ou l'organisation) ;
 - f) informations en ligne qui peuvent être utilisées pour contacter la personne, le service ou l'organisation ;
 - g) s'il y a lieu, renseignements supplémentaires sur la façon de contacter la personne, le service ou l'organisation et le moment où il est possible de les joindre.

Il est recommandable que les états peuvent inclure selon EUROCONTROL et ce en additif à l'annonce de la disponibilité des ensembles de données de terrain et d'obstacles dans la partie GEN 3.1.6 :

- une mention dans la partie ENR5.4 indiquant que la liste d'obstacles situés dans la zone 1 pouvant présenter un danger pour la navigation est disponible sous forme d'ensemble de données numériques et un renvoi à GEN 3.1.6.
- une mention dans AD2.10 et AD3.10 indiquant que la liste d'obstacles situés dans la zone 2 et dans la zone 3 est disponible sous forme d'ensemble de données numériques et un renvoi à GEN 3.1.6.
- une mention dans les cartes d'obstacles d'aérodrome indiquant que la liste du terrain et/ou d'obstacles situés dans la zone 2 est disponible sous forme d'ensemble de données numériques et un renvoi à GEN 3.1.6.
- une mention dans la carte topographique pour approche de précision (PATC) indiquant que la liste d'obstacles situés dans la zone 4 est disponible sous forme d'ensemble de données numériques et un renvoi à GEN 3.1.6.

❖ Un exemple de l'Annonce de la disponibilité des TOD dans l'AIP est présenté comme l'indique la figure ci-dessous :

GEN 3.1.6 DIGITAL DATA SETS

The digital terrain and obstacles data sets for **Area 1** of ALGERIA and for **Area 2, 3, 4** of aerodromes as indicated in the table below can be obtained from the Aeronautical Information Service.

Aerodrome	Electronic					
	Terrain data set			Obstacle data set		
	Area 2	Area 3	Area 4	Area 2	Area 3	Area 4
DAAG	AVBL	AVBL	–	AVBL	AVBL	–
DAOO	AVBL	AVBL	07R; 25L	AVBL	NIL	– ¹

¹ No obstacles in Area 4 of DAOO

Figure III-19: Exemple de l'annonce de la disponibilité des TOD dans l'AIP.

(Exemple inspiré par EUROCONTROL Terrain and Obstacle Data Manual).

Chapitre IV

Application

IV. Chapitre IV : Application

IV.1 Introduction

Après avoir définir les contraintes au chapitre II et en application des exigences citées au chapitre III, on a apporté les solutions y afférentes dans ce chapitre.

IV.2 Couverture de la zone 2 TOD / DAAG

La Zone 2 comme détaillée dans le chapitre III est une aire située à proximité de l'aérodrome, sous-divisée en quatre sous zone notamment la zone 2a, 2b, 2c, 2d.

Pour l'accomplissement de cette section notre travail consiste à illustrer chaque sous-zone dans la zone 2.

IV.2.1 Zone 2a

La zone 2a par définition est une aire rectangulaire encadrant une piste, y compris la bande de piste et les prolongements dégagés dans le cas échéant.

A défaut de prolongements dégagés (clearway) pour les deux pistes RWY 05/23 et RWY 09/27 il en résulte que ces deux dernières prendront les dimensions de la bande de piste. Voir tableau explicatif ci-dessous :

Tableau IV-1: Caractéristiques physiques des pistes. [11]

Numéro de piste	Relèvements		Dimension des RWY(m)	Coordonnées du seuil	Dimension de la bande
	VRAI	MAG			
05	053°	052°	3500 x 60	364138.02N 0031312.79E	3620 x 300
23	233°	232°		364246.61N 0031505.18E	
09	092°	091°	3500 x 45	364131.42N 0031014.88E	3930 x 300
27	272°	271°		364128.10N 0031235.80E	

La Figure IV.1 illustre le résultat de la Zone 2a concernant les deux pistes.



Figure IV-1: DAAG Zone 2a.

IV.2.2 Zone 2b

La zone 2b par définition est une aire s'étendant à partir des extrémités de la zone 2a dans le sens du départ, sur une longueur de 10 km et avec un évasement de 15 % de chaque côté.

La figure IV.2 comporte le résultat obtenu, illustrant la zone 2b.



Figure IV-2: Zone 2b /DAAG.

IV.2.3 Zone 2c

La zone 2c est une aire qui s'étend à l'extérieur de la zone 2a et de la zone 2b jusqu'à une distance n'excédant pas 10 km par rapport à la limite de la zone 2a.

Pour illustrer la zone 2c il nous appartient de tracer un cercle pour chaque extrémité de la bande de piste sur un rayon de 10km comme l'indique la Figure IV.3.

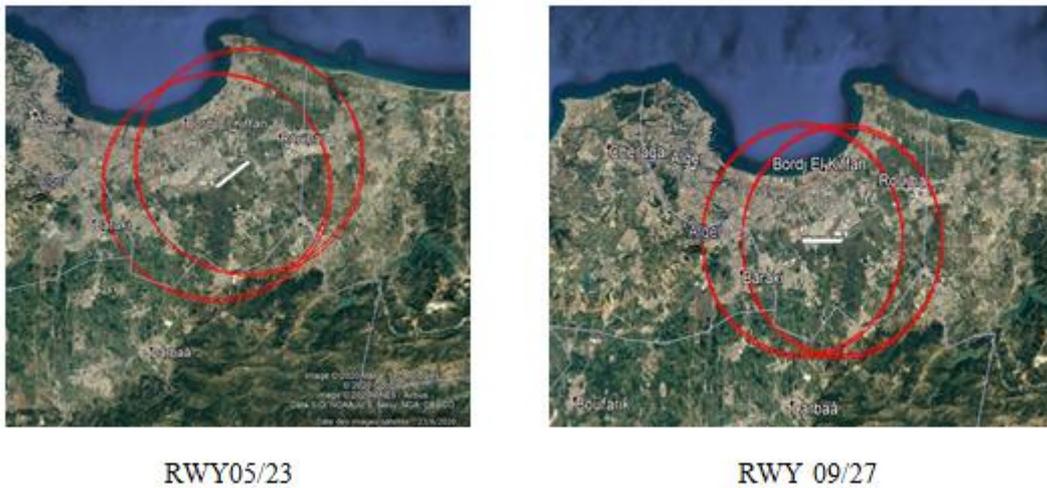


Figure IV-3: illustration zone 2c.

Figure IV.4 illustrant le résultat final pour la piste 09/27.

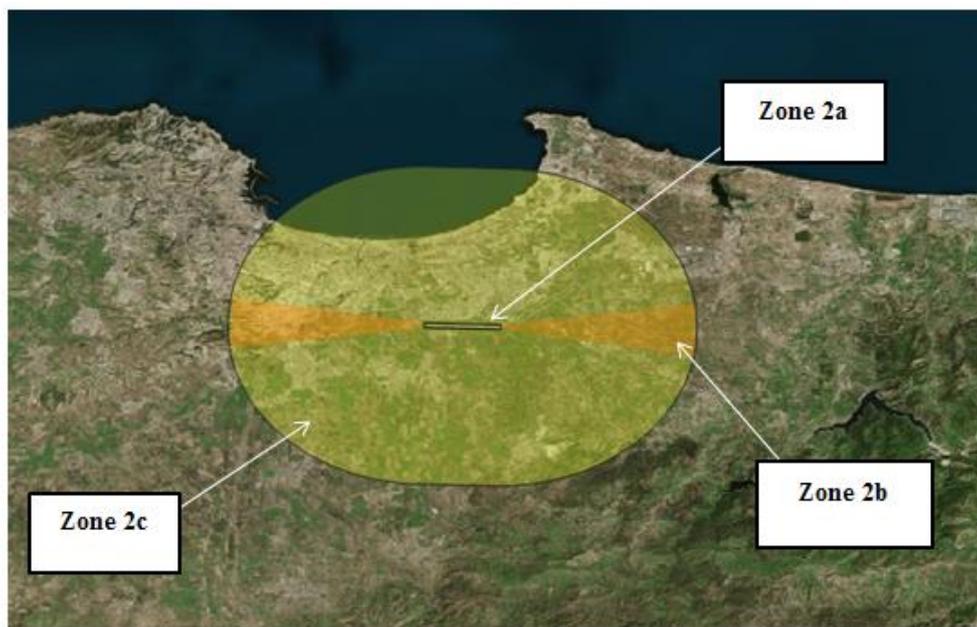


Figure IV-4: Zones 2a, 2b, 2c RWY 09/27.

Figure IV.5 illustrant le résultat final pour la piste 05/23.

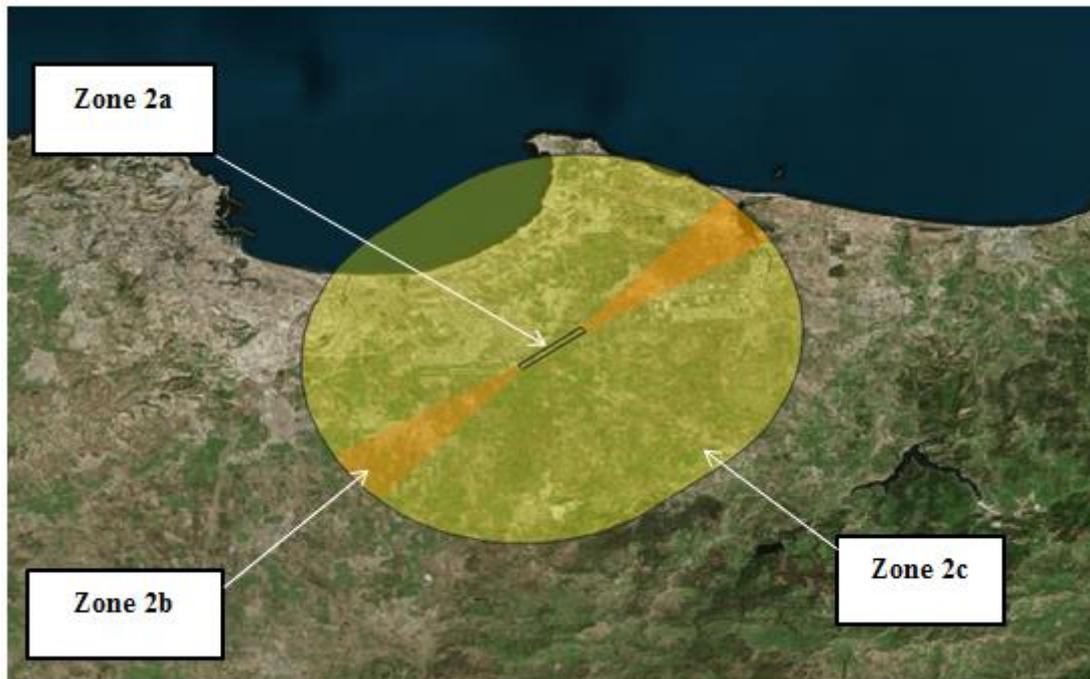


Figure IV-5: Zones 2a, 2b, 2c RWY 05/23.

IV.2.4 Zone 2d

La zone 2d est une aire qui s'étend à l'extérieur des zones 2a, 2b et 2c jusqu'à une distance de 45 km par rapport au point de référence de l'aérodrome (ARP) ou jusqu'à la limite de la région de contrôle terminale (TMA) dans le cas échéant, si cette limite est plus proche.

Dans notre cas qui est lié à l'aérodrome d'Alger la zone 2d ne peut être qu'une distance de 45km par rapport au point de référence de l'aérodrome et ne peut en aucun cas être la limite de la région de contrôle terminale (TMA). (Voir Figure IV.6).

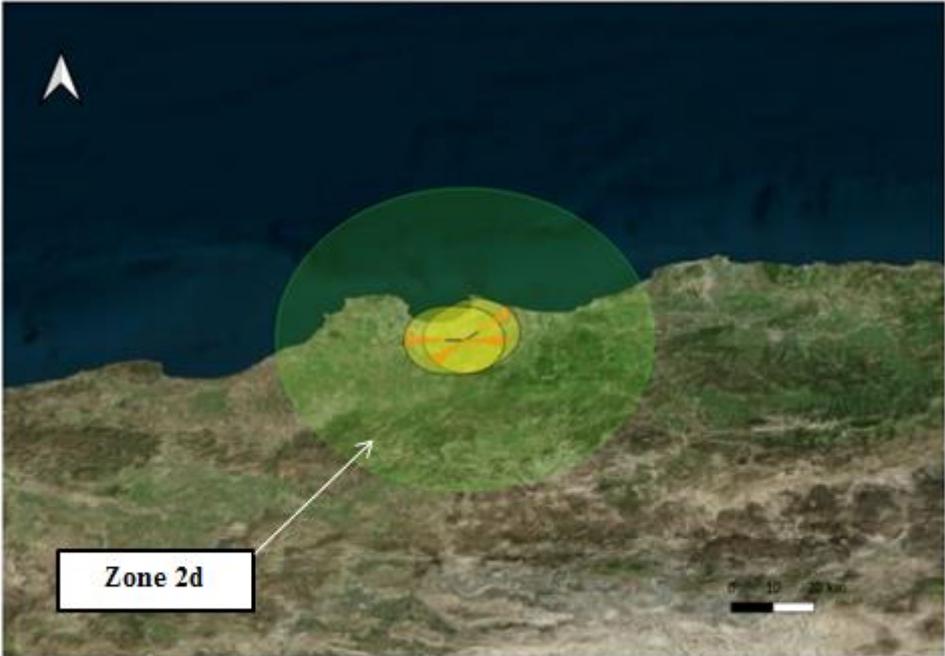


Figure IV-6: Zone 2 TOD /DAAG.

Modélisation 3D



Figure IV-7: TOD Zone 2/DAAG en 3D.

IV.3 Obstacles

IV.3.1 Visualisation des obstacles /DAAG

Dans le but de visualiser les obstacles de l'aérodrome d'Alger nous avons procédé à la conversion des coordonnées géographiques en degré, minutes, secondes en coordonnées X et Y à travers l'Excel (voir figure IV.8), tout en sauvegardant le fichier sous format csv (comma-separated values), puis on a porté un rajout de couche de texte délimité dans QGIS suite auquel les obstacles se sont affichés comme l'indique la figure IV.9.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	obstacles	latitude			y	long			x
2	TWR	36	42	0	36,7116667	3	12	55	3,21527778
3	Antenne GP	36	41	27,4	36,6947222	3	10	27,4	3,17427778
4	Antenne radar SMR	36	41	19,1	36,6947222	3	13	4	3,21777778
5	Antenne radar	36	40	37	36,6777778	3	10	50	3,18055556
6	Pylones eclaireage Parking P13-1	36	41	41,88	36,6947222	3	12	26,71	3,20741944
7	Pylones eclaireage Parking P13-2	36	41	41,94	36,6947222	3	12	23,08	3,20641111
8	Pylones eclaireage Parking P13-3	36	41	42,02	36,6947222	3	12	19,46	3,20540556
9	Pylones eclaireage Parking P13-4	36	41	42,12	36,6947222	3	12	15,83	3,20439722
10	Pylones eclaireage Parking P13-5	36	41	36,97	36,6947222	3	12	28,19	3,20783056
11	Pylones eclaireage Parking P13-6	36	41	37,08	36,6947222	3	12	24,56	3,20682222
12	Pylones eclaireage Parking P13-7	36	41	36,82	36,6947222	3	12	21,34	3,20592778
13	Pylones eclaireage Parking P13-8	36	41	36,86	36,6947222	3	12	19,32	3,20536667
14	Pylones eclaireage Parking P13-9	36	41	36,93	36,6947222	3	12	17,31	3,20480833
15	Pylones eclaireage Parking P13-10	36	41	36,96	36,6947222	3	12	15,29	3,20424722
16	Pylones eclaireage Parking P13-11	36	41	37	36,6947222	3	12	13,28	3,20368889
17	Pylones eclaireage Parking P14-1	36	41	37,17	36,6947222	3	12	7,15	3,20198611
18	Pylones eclaireage Parking P14-2	36	41	37,21	36,6947222	3	12	5,14	3,20142778
19	Pylones eclaireage Parking P14-3	36	41	37,24	36,6947222	3	12	3,12	3,20086667
20	Pylones eclaireage Parking P14-4	36	41	37,31	36,6947222	3	12	1,11	3,20030833
21	Pylones eclaireage Parking P14-5	36	41	37,35	36,6947222	3	11	59,09	3,19974722
22	Pylones eclaireage Parking P14-6	36	41	42,75	36,6947222	3	11	51,77	3,19771389
23	Pylones eclaireage Parking P14-7	36	41	39,82	36,6947222	3	11	51,65	3,19768056
24	Pylones eclaireage Parking P12-1	36	41	55,91	36,6947222	3	11	59,59	3,19988611
25	Pylones eclaireage Parking P12-2	36	41	55,98	36,6947222	3	11	55,39	3,19871944

Figure IV-8: Extrait de conversion des coordonnées géographiques des obstacles par Excel.

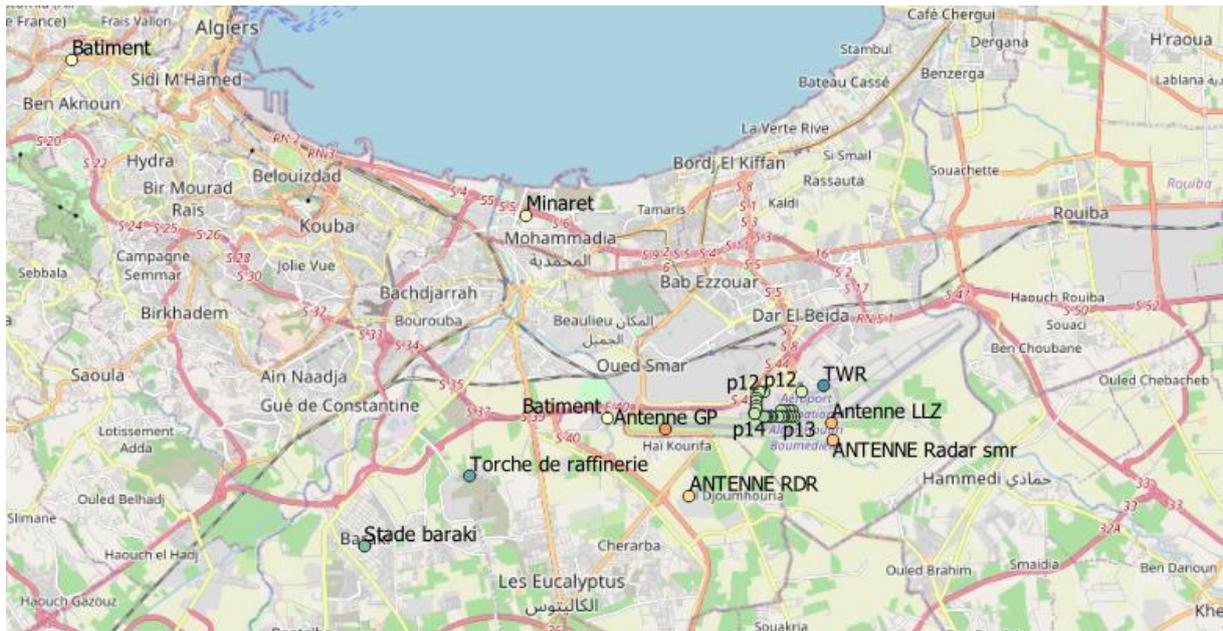


Figure IV-9: Affichage des obstacles sur l'aérodrome d'Alger.

Pour nous permettre d'éditer la table d'attributs d'obstacles on a créé une nouvelle couche shapefile pour inclure les données relatives aux obstacles pour faciliter la tâche aux exploitants en leur fournissant des données numériques qui peuvent être exportées en plusieurs formats.

La table d'attributs sous citée est constituée de :

- 1-identification de l'obstacle « OBST ID »
- 2-Type d'obstacle « OBST type »
- 3-Latitude de l'obstacle exprimé en degré, minutes, secondes et dixièmes de secondes
- 4-Longitude de l'obstacle exprimé en degré, minutes, secondes et dixièmes de secondes
- 5-La hauteur de l'obstacle
- 6-Type de Balisage
- 7-La zone TOD ou se situe l'obstacle

ob :: Total des entités: 37, filtrées: 37, sélectionnées: 0

OBST ID	LATITUDE	LONGITUDE	HAUTEUR	Zone TOD	OBST type	Balisage
1 DAAG011	36° 42' 00" N	003° 12' 55" E	45M	Zone 3	TWR	Balisée jour et nuit
2 DAAG010	36° 41' 56.03" N	003° 12' 34.28" E	72 M ALT 87.17 M	Zone 3	NEW TWR	Balisée de nuit
3 DAAG009	36° 41' 19.1" N	003° 13' 04" E	25 M ALT52 M	Zone 2c	Antenne Radar smr	Balisé jour et nuit
4 DAAG008	36° 41' 27.4" N	003° 10' 27.4" E	13.65 M ALT38.65 M	Zone 2a	Antenne GP	Balisé jour et nuit
5 DAAG015	36° 40' 37" N	003° 10' 50" E	ALT 49 M	Zone 2c	Antenne radar	Balisé jour et nuit
6 DAAG014	36° 40' 51.89" N	003° 07' 24.03" E	100 M ALT120 M	Zone 2c	Torche de raffinerie	Balisée jour et nuit
7 DAAG013	36° 39' 58" N	003° 05' 30" E	51.91 M ALT64.11 M	Zone 2c	Stade baraki	Non balisé
8 DAAG012	36° 44' 08.93" N	003° 08' 16.933" E	290 M	Zone 2c	Minaret	Balisé nuit
9 DAAG004	36° 41' 55.91" N	003° 11' 59.59" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
10 DAAG003	36° 41' 55.98" N	003° 11' 55.39" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
11 DAAG002	36° 41' 51.12" N	003° 11' 52.08" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
12 DAAG001	36° 41'48.36"N	003° 11' 51.99" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
13 DAAG007	36° 41' 45.57" N	003° 11' 51.86" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
14 DAAG006	36° 41' 42.75" N	003° 11' 51.77" E	15M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit
15 DAAG005	36° 41' 39.82" N	003° 11' 51.65" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
16 DAAG016	36° 41' 37.35" N	003° 11' 59.09" E	15M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit
17 DAAG017	36° 41' 37.31" N	003° 12' 01.11" E	15 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit
18 DAAG018	36° 41' 37.24" N	003° 12' 03.12" E	15 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit
19 DAAG019	36° 41' 37.21" N	003° 12' 05.14" E	15 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit
20 DAAG020	36° 41' 37.17" N	003° 12' 07.15" E	15 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit

Montrer toutes les entités

Figure IV-10: Table d'attributs des obstacles.

ob :: Total des entités: 37, filtrées: 37, sélectionnées: 0

OBST ID	LATITUDE	LONGITUDE	HAUTEUR	Zone TOD	OBST type	Balilage	
17	DAAG017	36° 41' 37.31" N	003° 12' 01.11" E	15 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit
18	DAAG016	36° 41' 37.35" N	003° 11' 59.09" E	15M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit
19	DAAG005	36° 41' 39.82" N	003° 11' 51.65" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
20	DAAG028	36° 41' 41.88" N	003° 12' 26.71" E	30 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P13	Balisé de nuit
21	DAAG029	36° 41' 41.94" N	003° 12' 23.08" E	30 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P13	Balisé de nuit
22	DAAG030	36° 41' 42.02" N	003° 12' 19.46" E	30 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P13	Balisé de nuit
23	DAAG031	36° 41' 42.12" N	003° 12' 15.83" E	30 M	Zone 3	Pylone d'eclairage P13	Balisé de nuit
24	DAAG006	36° 41' 42.75" N	003° 11' 51.77" E	15M	Zone 3	Pylone d'eclairage P14	Balisé de nuit
25	DAAG007	36° 41' 45.57" N	003° 11' 51.86" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
26	DAAG002	36° 41' 51.12" N	003° 11' 52.08" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
27	DAAG004	36° 41' 55.91" N	003° 11' 59.59" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
28	DAAG003	36° 41' 55.98" N	003° 11' 55.39" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
29	DAAG010	36° 41' 56.03" N	003° 12' 34.28" E	72 M ALT 87.17 M	Zone 3	NEW TWR	Balisée de nuit
30	DAAG001	36° 41' 48.36" N	003° 11' 51.99" E	30M	Zone 3	Pylone d'eclairage P12	Balisé de nuit
31	DAAG011	36° 42' 00" N	003° 12' 55" E	45M	Zone 3	TWR	Balisée jour et nuit
32	DAAG034	36° 43' 00" N	002° 56' 57" E	379 (158)	Zone 2d	Emetteur	
33	DAAG012	36° 44' 08.93" N	003° 08' 16.933" E	290 M	Zone 2c	Minaret	Balisé nuit
34	DAAG037	36° 46' 06.313" N	003° 01' 11.405" E	124M 385 M	Zone 2b	Batiment	Non balisé
35	DAAG033	36° 46' 06.313" N	003° 01' 11.405" E	261 (124)	Zone 2d	BATIMENT	
36	DAAG032	36° 47' 00" N	003° 00' 57" E	460(50)	Zone 2d	TOUR	
37	DAAG035	36° 48' 00" N	003° 13' 57" E	108(70)	Zone 2c	Emetteur	

Montrer toutes les entités

Figure IV-11: Table d'attributs des obstacles (suite).

Ces données peuvent être exportées en plusieurs formats, notamment :

- 1-Format SHP (ESRI Shapefile)
- 2-Geopackage
- 3-Atlas BNA
- 4-AutoCAD DXF
- 5-Geoconcept
- 6-Geography Markup language [GML].
- 7-GeoJSON
- 8- GeoJSON – Newline Delimited

9-GeoRSS

10-GPS eXchange Format [GPX]

11-INTERLIS 1

12-INTERLIS 2

13-Keyhole Markup Language [GPX]

14-Mapinfo MIF

15-Mapinfo TAB

16-Microstation DGN

17-PostgreSQL SQL dump

18-S-57 Base file

19-Spatialite

20-SQLITE

21-Tableur MS Office OPEN XML[XLSX].(voir figure IV.12)

22-Tableur Open Document [ODS]

23-Valeurs séparées par une virgule [CSV].

OBST ID	OBST type	LATITUDE	LONGITUDE	HAUTEUR	Balisage	Zone TOD
DAAG011	TWR	36° 42' 00" N	003° 12' 55" E	45M	Balisée jour et nu	Zone 3
DAAG010	NEW TWR	36° 41' 56.03" N	003° 12' 34.28" E	72 M ALT 87.17 M	Balisée de nuit	Zone 3
DAAG009	Antenne Radar smr	36° 41' 19.1" N	003° 13' 04" E	25 M ALT52 M	Balisé jour et nuit	Zone 2c
DAAG008	Antenne GP	36° 41' 27.4" N	003° 10' 27.4" E	13.65 M ALT38.65 M	Balisé jour et nuit	Zone 2a
DAAG015	Antenne radar	36° 40' 37" N	003° 10' 50" E	ALT 49 M	Balisé jour et nuit	Zone 2c
DAAG014	Torche de raffinerie	36° 40' 51.89" N	003° 07' 24.03" E	100 M ALT120 M	Balisée jour et nu	Zone 2c
DAAG013	Stade baraki	36° 39' 58" N	003° 05' 30" E	51.91 M ALT64.11 M	Non balisé	Zone 2c
DAAG012	Minaret	36° 44' 08.93" N	003° 08' 16.933" E	290 M	Balisé nuit	Zone 2c
DAAG004	Pylone d'eclairage P12	36° 41' 55.91" N	003° 11' 59.59" E	30M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG003	Pylone d'eclairage P12	36° 41' 55.98" N	003° 11' 55.39" E	30M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG002	Pylone d'eclairage P12	36° 41' 51.12" N	003° 11' 52.08" E	30M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG001	Pylone d'eclairage P12	36° 41'48.36"N	003° 11' 51.99" E	30M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG007	Pylone d'eclairage P12	36° 41' 45.57" N	003° 11' 51.86" E	30M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG006	Pylone d'eclairage P14	36° 41' 42.75" N	003° 11' 51.77" E	15M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG005	Pylone d'eclairage P12	36° 41' 39.82" N	003° 11' 51.65" E	30M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG016	Pylone d'eclairage P14	36° 41' 37.35" N	003° 11' 59.09" E	15M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG017	Pylone d'eclairage P14	36° 41' 37.31" N	003° 12' 01.11" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG018	Pylone d'eclairage P14	36° 41' 37.24" N	003° 12' 03.12" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG019	Pylone d'eclairage P14	36° 41' 37.21" N	003° 12' 05.14" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG020	Pylone d'eclairage P14	36° 41' 37.17" N	003° 12' 07.15" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG021	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 37.00" N	003° 12' 13.28" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG022	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 36.96" N	003° 12' 15.29" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG023	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 36.93" N	003° 12' 17.31" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG024	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 36.86" N	003° 12' 19.32" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG025	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 36.82" N	003° 12' 21.34" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG026	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 37.08" N	003° 12' 24.56" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG027	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 36.97" N	003° 12' 28.19" E	15 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG028	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 41.88" N	003° 12' 26.71" E	30 M	Balisé de nuit	Zone 3
DAAG030	Pylone d'eclairage P13	36° 41' 42.02" N	003° 12' 19.46" E	30 M	Balisé de nuit	Zone 3

Figure IV-12: Exemple d'un résultat d'export de données d'obstacles.

Les figures IV.13, IV.14 montrent la visualisation des obstacles avec leurs identifications

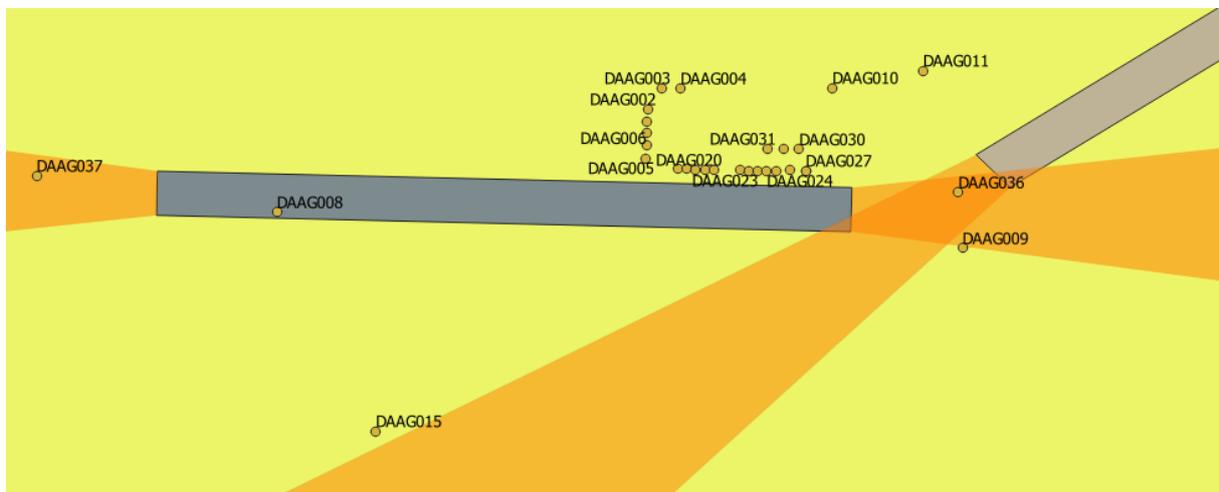


Figure IV-13: Obstacles DAAG TOD zone 2a, 2b, 2c et Zone 3.

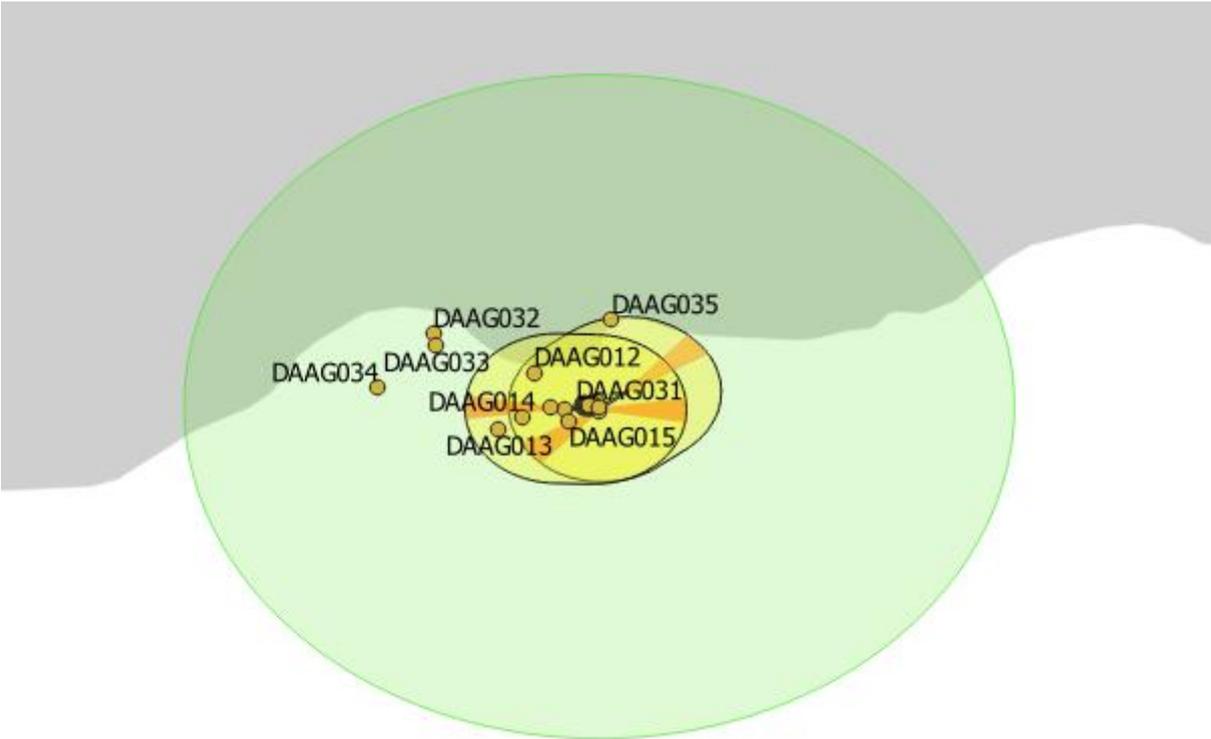


Figure IV-14: Obstacles Zone 2 TOD DAAG.

IV.3.2 Format texte

Les tableaux IV.1 et IV.2 montrent le résultat final de la partie AD 2.10 de l'AIP concernant les obstacles de l'aérodrome d'Alger implantés dans la zone 2 et la zone 3 et ce conformément aux exigences citées dans le chapitre II.

✓ DAAG AD 2.10 OBSTACLES D'AERODROME

Tableau IV-2: Obstacles situés dans la zone 2.

Dans la Zone 2					
a	b	c	d	e	f
Identification/ désignation des obstacles	Type d'obstacles	Position des obstacles	Altitude/ Hauteur	Marquage et balisage lumineux	Observations
DAAGOB008	Antenne GP	36° 41' 27.4" N 003° 10' 27.4" E	13.65 M ALT38.65 M	Balisé jour et nuit	Case Réservée au SIA
DAAGOB009	Antenne Radar smr	36° 41' 19.1" N 003° 13' 04" E	25 M ALT52 M	Balisé jour et nuit	
DAAGOB015	Antenne radar	36° 40' 37" N 003° 10' 50" E	ALT 49 M	Balisé jour et nuit	
DAAGOB014	Torche de raffinerie	36° 40' 51.89" N 003° 07' 24.03" E	100 M ALT120 M	Balisée jour et nuit	
DAAGOB013	Stade baraki	36° 39' 58" N 003° 05' 30" E	51.91 M ALT64.11 M	Non balisé	
DAAGOB012	Minaret	36° 44' 08.93" N 003° 08' 16.933" E	290 M	Balisé nuit	
DAAGOB033	BATIMENT	36° 46' 06.313" N 003° 01' 11.405" E	261 (124)		
DAAGOB032	TOUR	36° 47' 00" N 003° 00' 57" E	460(50)		
DAAGOB034	Emetteur	36° 43' 00" N 002° 56' 57" E	379 (158)		

DAAGOB035	Emetteur	36° 48' 00" N 003° 13' 57" E	108(70)		
DAAGOB036	Antenne LLZ	36° 41' 31.96"N 003° 13' 03.06" E	1.10 M ALT26.10 M	Balisé jour et nuit	
DAAGOB037	Bâtiment	36° 46' 06.313"N 003° 01' 11.405" E	124M 385 M	Non balisé	

Tableau IV-3: Obstacles situés dans la zone 3.

Dans la Zone 3					
a	b	c	d	e	f
Identification/ désignation des obstacles	Type d'obstacles	Position des obstacles	Altitude/ Hauteur	Marquage et balisage lumineux	Observations
DAAGOB011	TWR	36° 42' 00" N 003° 12' 55" E	45M	Balisée jour et nuit	Case Réservée au SIA
DAAGOB010	NEW TWR	36° 41' 56.03" N 003° 12' 34.28" E	72 M ALT 87.17 M	Balisée jour et nuit	
DAAGOB004	Pylône d'éclairage P12	36° 41' 55.91" N 003° 11' 59.59" E	30M	Balisé de nuit	
DAAGOB003	Pylône d'éclairage P12	36° 41' 55.98" N 003° 11' 55.39" E	30M	Balisé de nuit	
DAAGOB002	Pylône d'éclairage P12	36° 41' 51.12" N 003° 11' 52.08" E	30M	Balisé de nuit	
DAAGOB001	Pylône d'éclairage P12	36° 41'48.36"N 003° 11' 51.99" E	30M	Balisé de nuit	
DAAGOB007	Pylône d'éclairage P12	36° 41' 45.57" N 003° 11' 51.86" E	30M	Balisé de nuit	
DAAGOB006	Pylône d'éclairage P14	36° 41' 42.75" N 003° 11' 51.77" E	15M	Balisé de nuit	

DAAGOB005	Pylône d'éclairage P12	36° 41' 39.82" N 003° 11' 51.65" E	30M	Balisé de nuit	
DAAGOB016	Pylône d'éclairage P14	36° 41' 37.35" N 003° 11' 59.09" E	15M	Balisé de nuit	
DAAGOB017	Pylône d'éclairage P14	36° 41' 37.31" N 003° 12' 01.11" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB018	Pylône d'éclairage P14	36° 41' 37.24" N 003° 12' 03.12" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB019	Pylône d'éclairage P14	36° 41' 37.21" N 003° 12' 05.14" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB020	Pylône d'éclairage P14	36° 41' 37.17" N 003° 12' 07.15" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB021	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 37.00" N 003° 12' 13.28" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB022	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 36.96" N 003° 12' 15.29" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB023	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 36.93" N 003° 12' 17.31" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB024	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 36.86" N 003° 12' 19.32" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB025	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 36.82" N 003° 12' 21.34" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB026	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 37.08" N 003° 12' 24.56" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB027	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 36.97" N 003° 12' 28.19" E	15 M	Balisé de nuit	
DAAGOB028	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 41.88" N 003° 12' 26.71" E	30 M	Balisé de nuit	
DAAGOB030	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 42.02" N 003° 12' 19.46" E	30 M	Balisé de nuit	
DAAGOB029	Pylône d'éclairage P13	36° 41' 41.94" N 003° 12' 23.08" E	30 M	Balisé de nuit	
DAAGOB031	Pylône	36° 41' 42.12" N	30 M	Balisé de	

	d'éclairage P13	003° 12' 15.83" E		nuit	
--	-----------------	-------------------	--	------	--

IV.3.3 Création d'une carte web

Dans cette section on a procédé à la création d'une carte web à l'aide de l'extension qgis2web permettant aux exploitants une meilleure visualisation contenant la couverture des zones 2a, 2b,2c,2d et les obstacles présentant un danger pour la navigation des aéronefs évoluant dans l'espace aérien de l'aérodrome d'Alger. Voir figure IV.15.

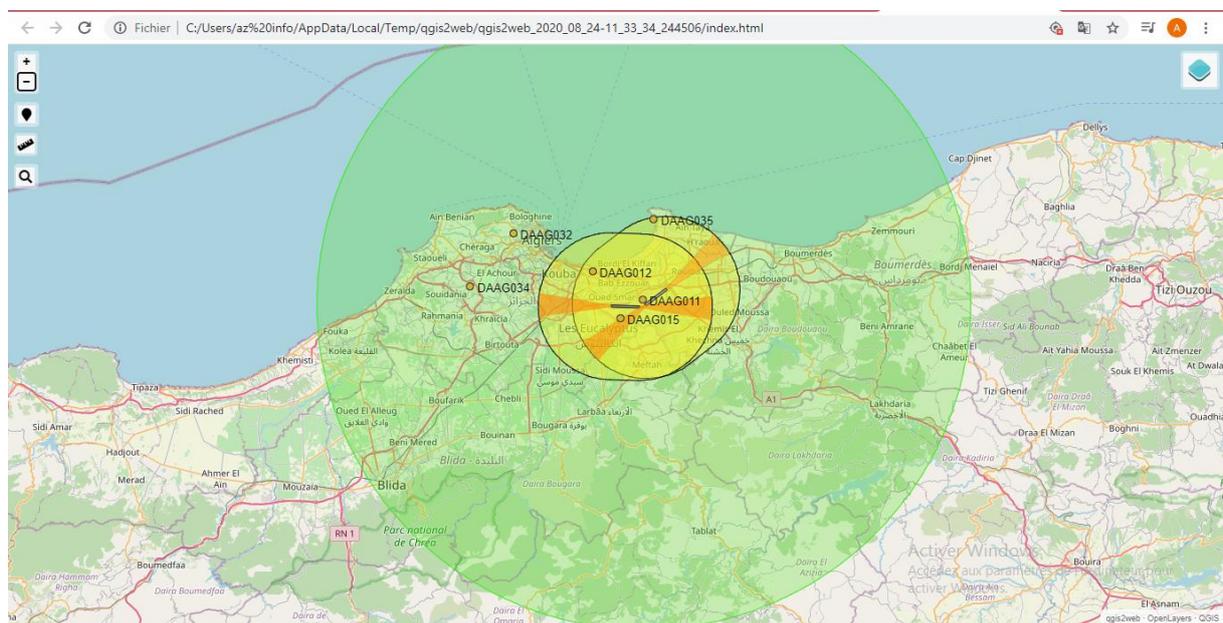


Figure IV-15: Carte web/DAAG.

IV.3.4 Attributs d'obstacles

Avant d'obtenir le résultat final lié aux attributs d'obstacles, on s'est référer aux exigences figurant au Doc 9881 /OACI «Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information » qui sont énumérées ci-dessous :

✓ Feature Type: 'PointObstacle'

Name: PointObstacle

Aliases: OB_PointObstacle

Definition: Obstacle with a limited horizontal extend represented as a point.

Attribute Names: feattype, source, hres, hacc, hsttderv, hbias, hstnddev, hconf, vres, vacc, vsttderv, vbias, vstnddev, vconf, integr, revdate, revtime, efstdate, efsttime, efendate, efentime, elev, height, radius, obstype, status, geopnt.

a)Feature Attribute: 'feattype'

Name: feattype

Definition: Feature type.

Value Data Type: CharacterString

Feature Attribute Values: Label	Code	Definition
point_obstacle	0	Point Obstacle
line_obstacle	1	Line Obstacle
polygonal_obstacle	2	Polygonal Obstacle

b) Feature Attribute: 'source'

Name: source

Definition: Name of entity or organization that supplied data according to this document. In case of initial data origination, name of data originator.

Value Data Type: CharacterString

c) Feature Attribute: 'hres'

Name: hres

Definition: Horizontal resolution

Horizontal resolution of coordinates (latitude, longitude) defining the feature position.

Value Data Type: Real

d) Feature Attribute: 'hacc'

Name: hacc

Definition: Horizontal accuracy

Horizontal accuracy of entity.

Value Data Type: Real

e) Feature Attribute: 'hsttderv'

Name: hsttderv

Definition: Horizontal statistical derivation

Statistical derivation distribution of the horizontal accuracy.

Value Data Type: CharacterString

f) Feature Attribute: 'hbias'

Name: hbias

Definition: Horizontal bias

Horizontal accuracy bias.

Value Data Type: Real

g) Feature Attribute: 'hstnddev'

Name: hstnddev

Definition: Horizontal standard deviation

Horizontal accuracy standard deviation (one sigma value).

Value Data Type: Real

h) Feature Attribute: 'hconf'

Name: hconf

Definition: Horizontal confidence

The probability that the position values are within the stated horizontal accuracy of the true position.

Value Data Type: Real

i) Feature Attribute: 'vres'

Name: vres

Definition: Vertical resolution

Vertical resolution of coordinates (height) defining the feature.

Value Data Type: Real

j) Feature Attribute: 'vacc'

Name: vacc

Definition: Vertical accuracy

Vertical accuracy of entity.

Value Data Type: Real

k) Feature Attribute: 'vsttderv'

Name: vsttderv

Definition: Vertical statistical derivation

Statistical derivation distribution of the vertical accuracy.

Value Data Type: CharacterString

l) Feature Attribute: 'vbias'

Name: vbias

Definition: Vertical bias

Vertical accuracy bias.

Value Data Type: Real

m) Feature Attribute: 'vstnddev'

Name: vstnddev

Definition: Vertical standard deviation

Vertical accuracy standard deviation (one sigma value).

Value Data Type: Real

n) Feature Attribute: 'vconf'

Name: vconf

Definition: Vertical confidence

The probability that the position values are within the stated vertical accuracy of the true position.

Value Data Type: Real

o) Feature Attribute: 'integr'

Name: integr

Definition: Integrity

Integrity of data is the degree of assurance that the data and its value have not been lost nor altered since the data origination or authorized amendment.

Value Data Type: Real

p) Feature Attribute: 'revdate'

Name: revdate

Definition: Revision date

Date of origination or last revision date of data in metadata temporal reference system.

Value Data Type: Date

q) Feature Attribute: 'revtime'

Name: revtime

Definition: Revision time

Time of origination or last revision of data in metadata temporal reference system.

Value Data Type: Time

r) Feature Attribute: 'efendate'

Name: efendate

Definition: Effective removing date

effective obstacle dismantling/removing date in metadata temporal reference system..

Value Data Type: Date

s) Feature Attribute: 'efentime'

Name: efentime

Definition: Effective removing time

effective obstacle dismantling/removing date in metadata temporal reference system..

Value Data Type: Time

t) Feature Attribute: 'elev'

Name: elev

Definition: Obstacle elevation

Maximum elevation of the top of object.

Value Data Type: Real

u) Feature Attribute: 'height'

Name: height

Definition: Obstacle height

Maximum height of top of obstacle.

Value Data Type: Real

v) Feature Attribute: 'height'

Name: height

Definition: Obstacle height

Maximum height of top of obstacle.

Value Data Type: Real

w) Feature Attribute: 'radius'

Name: radius

Definition: Radius

Radius of circle around center of obstacle including body of obstacle and associated structures including guy wires.

Value Data Type: Real

x) Feature Attribute: 'obstype'

Name: obstype

Definition: Obstacle type

type of obstacle.

Value Data Type: CharacterString

y) Feature Attribute: 'status'

Name: status

Definition: Obstacle status

status of an obstacle.

Value Data Type: CharacterString

Feature Attribute Values:	Label	Code	Definition
	Planned	0	Planned
	Under Construction	1	Under Construction
	Completed	2	Completed

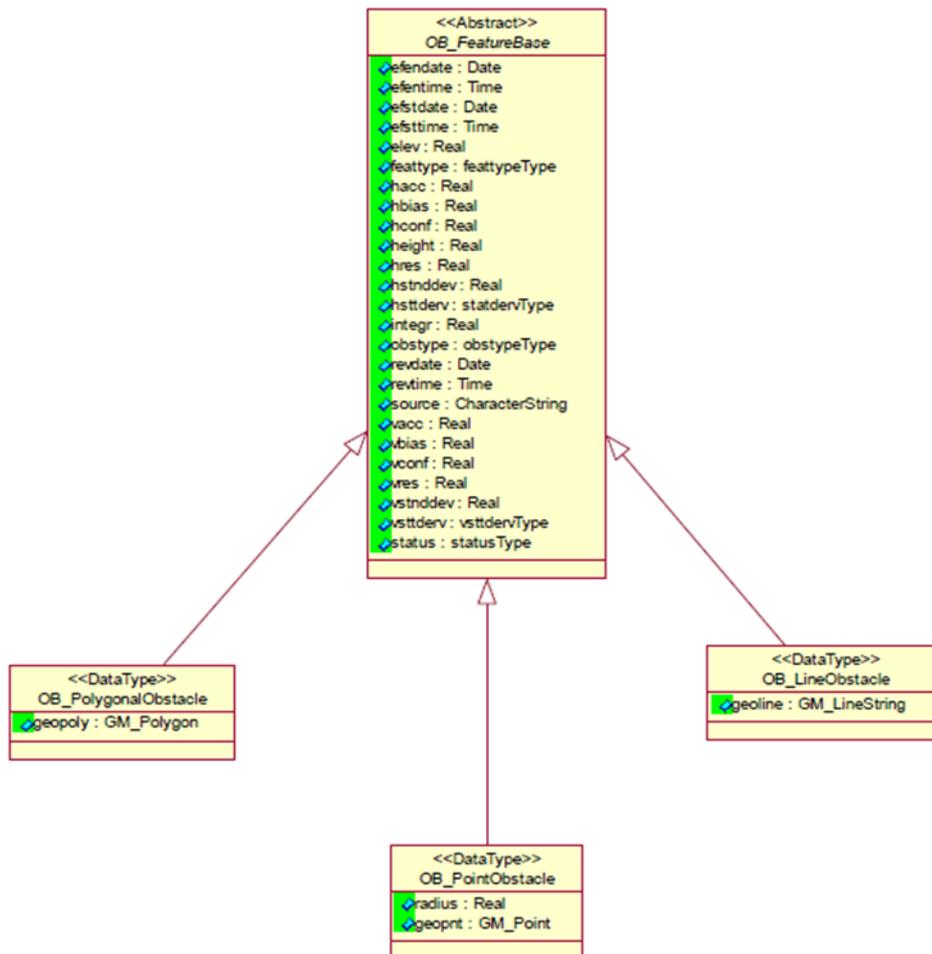


Figure IV-16: Types de caractéristiques pour les données sur les obstacles. [15]

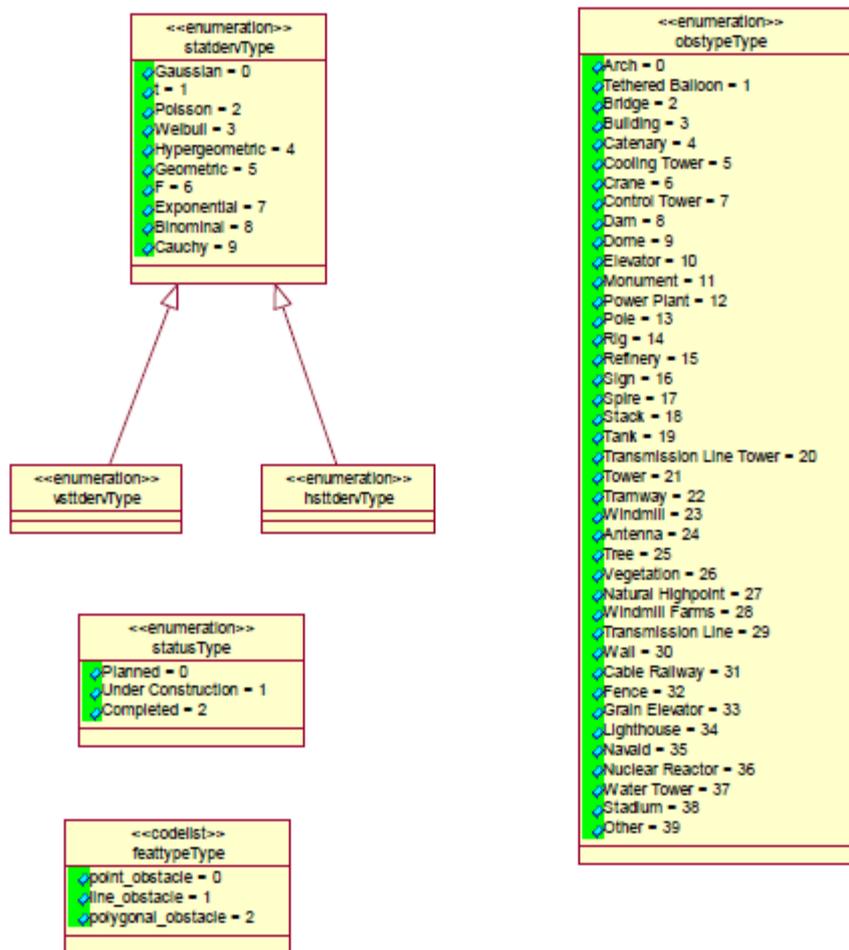


Figure IV-17: Énumération d’attributs pour les données d’obstacles. [15]

A défaut des données d’attributs d’obstacles on a fait recours aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV-4: Default values for obstacle feature attributes. [15]

Attribute Format	Null	Unknown	Not Applicable	Not Entered
CharacterString	“\$Null”	“\$UNK”	“\$NA”	“\$NE”
Integer	-32768	-32767	-32765	-32764
Real	-32768.00	-32767.00	-32765.00	-32764.00
Date	00-00-0000	00-00-0001	00-00-0002	00-00-0003
Time	25:00:00	26:00:00	27:00:00	28:00:00

Figures IV.18 et IV.19 illustrant le résultat final d'attributs d'obstacles.

id	idarpt	featype	source	hres	hacc	hsttddev	hbias	hstnddev	hconf	vres	vacc	vsttddev
1	1	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
2	2	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
3	3	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
4	4	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
5	5	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
6	6	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
7	7	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
8	8	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
9	9	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
10	10	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
11	11	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
12	12	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
13	13	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
14	14	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
15	15	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
16	16	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"
17	17	DAAG	0	SIA	-32767,00	-32767,00	"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	"SNK"

Figure IV-18: Extrait du résultat final d'attributs d'obstacles.

vsttddev	vbias	vstnddev	vconf	integr	revdate	revtime	efstdate	efstime	efendate	efentime	elev	height	radius	obstype	status
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	25,00	13,65	-32767,00	24	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	25,00	1,10	-32767,00	24	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	27,00	25,00	-32767,00	24	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	20,00	100,00	-32767,00	15	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	290,00	-32767,00	39	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	15,17	72,00	-32767,00	7	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	45,00	-32767,00	7	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	30,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	30,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	30,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	30,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	30,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	15,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	15,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	15,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	15,00	-32768,00	13	2
"SNK"	-32767,00	-32767,00	-32767,00	-32767,00	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	-32767,00	15,00	-32768,00	13	2

Figure IV-19: Extrait du résultat final d'attributs d'obstacles (suite).

IV.4 Courbes de niveau

Afin d'extraire les courbes de niveau on procède au téléchargement des données raster MNT (modèle numérique du terrain) du site <http://viewfinderpanoramas.org/dem3.html>

Nous permettant l'affichage de deux grilles délimitant la zone 2 en s'inspirant des spécifications des données numériques de la zone 1 (à défaut de données numériques du terrain de la zone 2 qui s'avèrent très onéreuses), voir figure IV.20 ; puis on procède à la fusion des deux couches raster pour faciliter l'extraction conduisant au découpage d'un raster selon une couche de masque liée à la zone 2d (voir figure IV.21 et la figure IV.22)

En outre du découpage du raster de la couche de masque on procède au menu raster puis à l'extraction pour la création des contours

1-Nomination du fichier de sortie et sélection du répertoire dans lequel nous allons enregistrer

2-Inscrire la valeur 300 dans l'Intervalle entre les lignes de contour (courbes de niveau avec une équidistance de 300 m) ;

3-Nous cochons la case Nom d'attribut (afin de créer un champ de valeur d'élévation dans la table des attributs de la couche courbe de niveau de la zone 2d) ;

4-Une fois l'opération finalisée, Cocher la case Charger dans le canevas et cliquer sur OK.

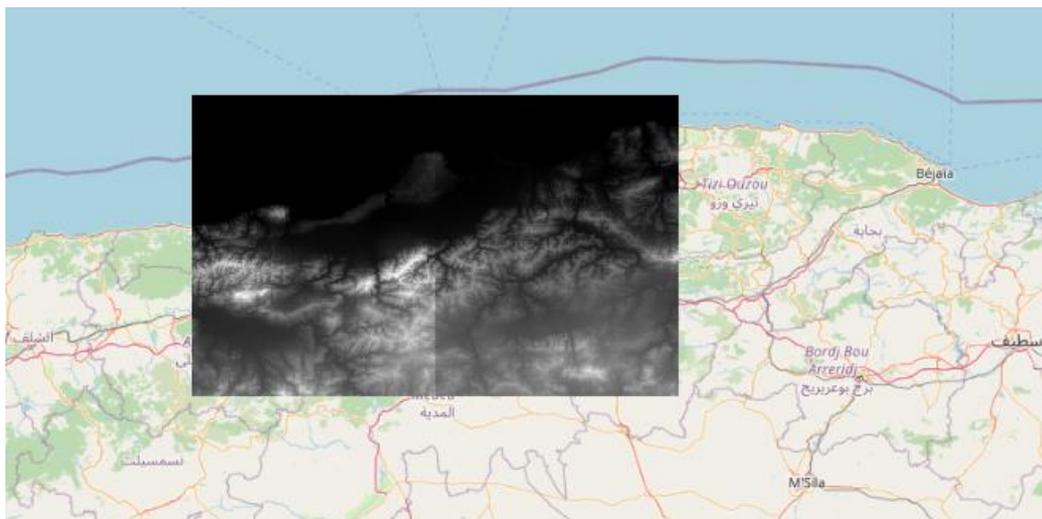


Figure IV-20: Affichage des MNT.

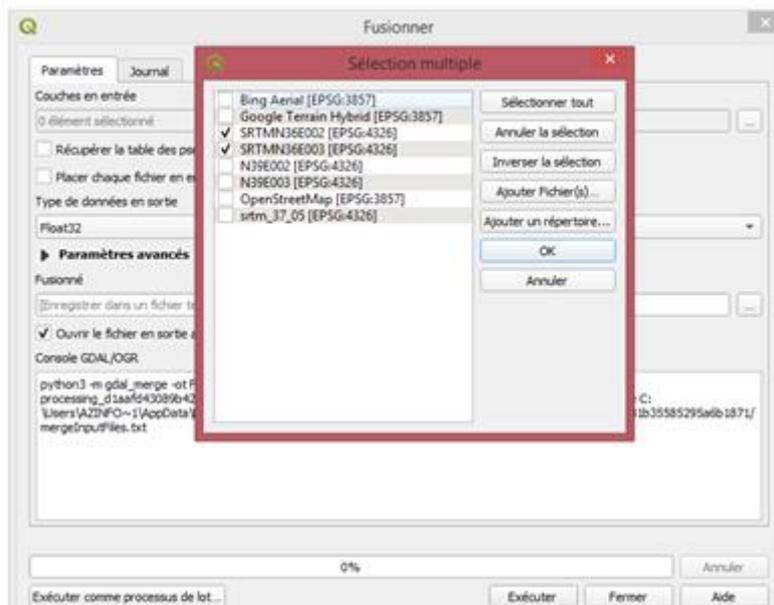


Figure IV-21: Fusion des deux grilles.

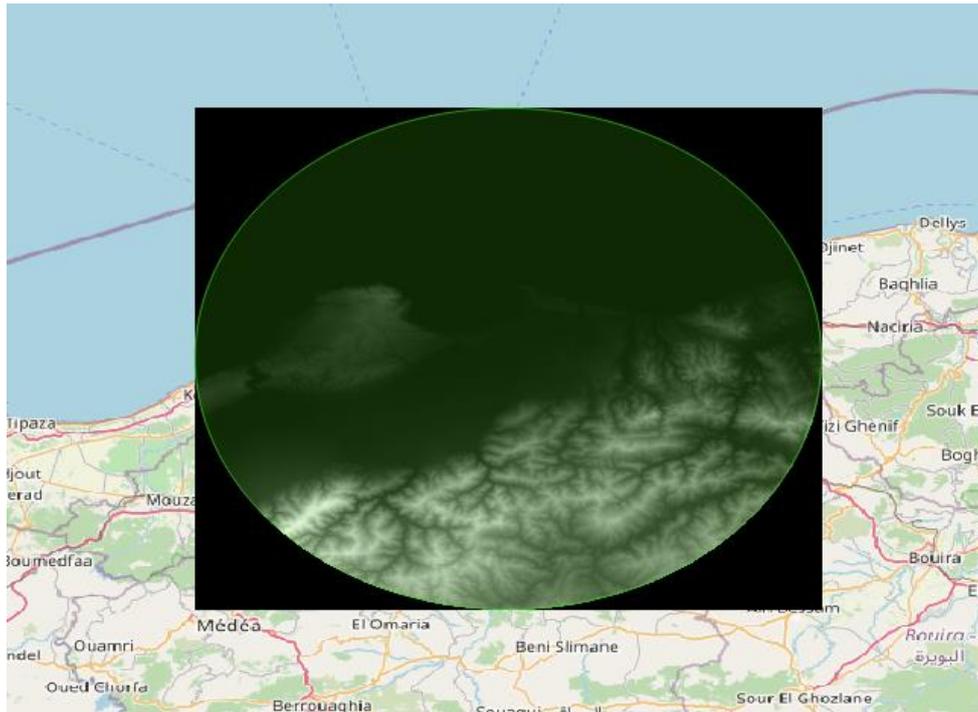


Figure IV-22: Résultat final du découpage selon la zone 2d.

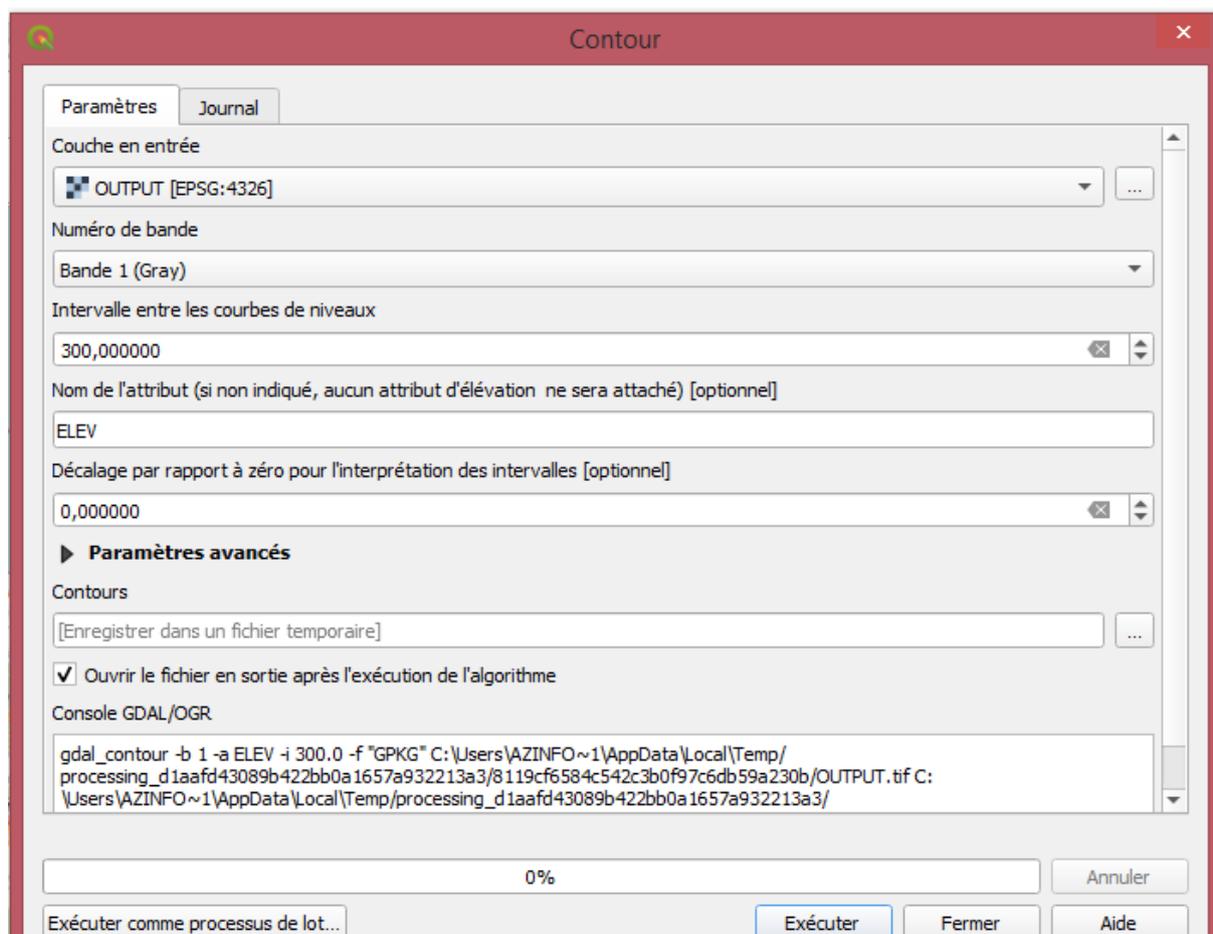


Figure IV-23: Illustration d'extraction des courbes de niveau.

Le résultat final est comme le montre la figure ci-dessous :



Figure IV-24: Courbes de niveau/DAAG.

IV.5 Conclusion

Dans ce chapitre notre travail a été scindé en trois étapes. La première étape a été consacrée à l'illustration des zones 2a, 2b, 2c et 2d (TOD) appropriées à l'aérodrome d'Alger puis on a entamé la procédure de visualisation en 3D des dites zones. Dans la deuxième étape consacrée aux obstacles : on a procédé à la visualisation des dits obstacles ainsi qu'à la création d'une carte web.

Par ailleurs on a réussi à fournir le format approprié relatif à la partie AD 2.10 de l'AIP/DAAG. Dans la troisième étape on a mis en exergue les attributs d'obstacles conformément au Doc 9881 et à la création des courbes de niveau qui seront représentées sur les cartes aéronautiques.

Conclusion Générale

Dans un environnement technologique fiable et dynamique qui s'avère en évolution comme celui de l'aviation, la mise en œuvre des données aéronautiques qui sont collectées auprès des diverses sources à un rythme accéléré présentent un avantage non négligeable renforçant la sécurité aérienne.

Les acteurs nationaux tels que l'ENNA et l'INCT jouent un rôle prépondérant dans la fourniture de données du terrain et d'obstacles au format approprié de manière opportune et avec une garantie de qualité afin de répondre aux exigences réglementaires en vigueur.

Le format limité en papier est déclassé progressivement pour se retourner vers des données AIXM purement géo spatiales.

En mettant en œuvre les TOD (données de terrain et d'obstacles), l'Algérie sera en mesure d'améliorer la qualité des données aéronautiques et la fourniture des informations aéronautiques en termes de précision, de résolution, d'intégrité, de traçabilité et de confiance, renforçant ainsi les normes de sécurité de l'aviation civile pour les années à venir répondant aux besoins de l'utilisateur.

Les procédures ont été engagées pour l'acquisition d'un logiciel TOD dans un proche avenir.

Ce projet aura donc été l'occasion pour moi d'enrichir mes connaissances concernant les TOD qui constitue un meilleur exemple pour le passage au numérique et m'a également permis de découvrir un nouveau logiciel que je vais probablement retrouver plus tard dans ma vie professionnelle.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1]. REZAK, S. Les Systèmes d'Information Géographique Mise en applications sous le logiciel Open Source: QGIS,(2018).
- [2].Cartographie du choléra à Londres.Disponible sur : <http://cartonumerique.blogspot.com/> (consulté le 23/07/20).
- [3]. Historique du SIG.Disponible sur : <http://www.sig-geomatique.fr/sig-sig.html> (consulté le 05/08/20).
- [4]. Esrifrance les Systèmes d'Information Géographique. Disponible sur <https://www.esrifrance.fr/> (consulté le 05/08/20).
- [5]. https://www.memoireonline.com/02/10/3158/m_Conception-et-realisation-dune-application-de-webmapping-danalyse-territoriale-sur-des-SIG-et-bas6.html. (consulté le 12/08/20).
- [6].https://www.supagro.fr/resstice/cours_geomatique/cours_scenari/co_gc_donnees_spatiales_dans_SIG.html (consulté Avril 2020)
- [7]. Documentation de QGIS 3.10 : https://docs.qgis.org/3.10/fr/docs/user_manual/ (consulté Avril 2020)
- [8]. <http://air.imag.fr/mediawiki/index.php/EA2012-SIG> (consulté Avril 2020).
- [9]. https://saylordotorg.github.io/text_essentials-of-geographic-information-systems/s08-02-vector-data-models.html (consulté Avril 2020)
- [10]. <https://www.ente-aix.fr/> (consulté Avril 2020)
- [11]. AIP AD2 DAAG-1 ALGERIE (06 DEC 18).
- [12]. AIP ENR2-1-1 ALGERIE (25 APR 19).
- [13]. AIP AD2 DAAG-AD ALGERIE (29 AUG 19).
- [14]. Annexe 15 de l'OACI : Services d'information aéronautique, Édition juillet 2016.
- [15]. Doc 9881 Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information.

Références Bibliographiques

- [16]. Annexe 4 de l'OACI : Cartes aéronautiques, Édition juillet 2009.
- [17]. https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/sites/default/files/servitudes_aero-2.pdf.
(Consulté le 25/07/20).
- [18]. AIP ENR 5-4-1 ALGERIE 10 JAN 19.
- [19]. AIP AD2 DAAG-PATC ALGERIE 15 MAR 07.
- [20]. AIP AD2 DAAG-AOC 1 ALGERIE 06 DEC 18.
- [21]. AIP AD2 DAAG-AOC 2 ALGERIE 06 DEC 18.
- [22]. AIP AD2 DAAG-AMR ALGERIE 06 DEC 18.
- [23]. AIP AD2 DAAG-IAC 1 ALGERIE 06 DEC 18.
- [24]. PANS-AIM DOC 10066 Procédures pour les services de navigation- Gestion de l'information aéronautique (Première édition ,2018).
- [25].Doc 8697 Aeronautical Chart Manual,third edition,2016.
- [26].https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/air/transformation/engagement/newsletter/media/CFIT_brochure.pdf (consulté le 01/07/20)
- [27].<https://www.iata.org/contentassets/06377898f60c46028a4dd38f13f979ad/cfit-report.pdf>
(consulté le 01/07/20)
- [28]. TOD Workshop Algiers, Algeria, 29-30 October 2019.Disponible sur <https://www.icao.int/>. (Consulté Avril 2020).
- [29]. <https://www.icao.int/safety/information-management/Documents/Roadmap%20-%20FR.pdf>. (Consulté le 05/08/20)
- [30]. https://gis.icao.int/gallery/eTod_atti_2016.pdf.(consulté le 01/08/20)
- [31]. https://www.aviationcivile.gov.ma/wp-content/uploads/2020/04/Rapport-Final_CN-COH_09.07.2018.pdf.(Consulté le 05/08/20)
- [32]. <http://www.revistaaerea.com/2009/02/26/sandel-announces-st3400h-helicopter-terrain-awareness-and-warning-system/> (consulté Mai 2020)

Références Bibliographiques

[33]. <https://www.simulateur-de-vol.net/blog/hud-head-up-display.php> (consulté le 27/07/20)

[34]. <https://www.thalesgroup.com/> (consulté le 27/07/20)

[35]. Amendement 40 de l'annexe 15 de l'OACI .Disponible sur

<https://www.icao.int/WACAF/Documents/Meetings/2018/AIS%20to%20AIM/DP-4A%20%20%20Adoption%20de%20%201%27Amendment%20no%2040%20de%201%27Annexe%2015.pdf>. (consulté avril 2020)

