



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

Université Mohamed Seddik BENYAHIA JIJEL
Département d'Architecture
Faculté des Sciences et de la Technologie

Analyse Spatiale : Cours et TD

Réalisé par :
Dr. SOUKEHAL Boudjemaa
Maitre de conférences

Année universitaire 2022/2023



Dr. SOUKEHAL Boudjemaa Maitre de conférences « B »

Tél : 07.72.76.16.79 Email salim_mila@yahoo.fr

Boudjemaa.soukehal@univ-jijel.dz

Département d'Architecture

Faculté des Sciences et de la Technologie

Université Mohamed Seddik BENYAHIA-JIJEL B.P. 98 18000 Jijel

Tel. 213 34 50 14 00 Fax 213 34 50 11 89

<http://www.univ-jijel.dz/>

Instagram: [univjijeldz](#)

Twiter : [univ_msb_jijel](#)

<u>Le 1^{er} cours : notions générales sur la forme de la terre :</u>	4
<u>1- Le géoïde</u>	4
<u>2- Coordonnées géographiques et références cartographiques</u>	5
<u>2.1- le Système de Coordonnées Géographiques (SCG)</u>	5
<u>2.2- types de méridiens</u>	6
<u>3- Ellipsoïde de révolution</u>	9
<u>3.1- ellipsoïde de Clarke 1880</u>	9
<u>3.1- ellipsoïde associé au système mondial WGS84</u>	9
<u>3.2- le Système Géodésique Mondial (WGS)</u>	10
<u>4- Établissement d'un réseau géodésique.</u>	12
<u>5- Rétention et récapitulation</u>	12
<u>6- Conclusion</u>	12
<u>2^{ème} cours : La projection cartographique</u>	13
<u>1- Définition</u>	13
<u>2- les principaux types de projections</u>	13
<u>2.1- Projection cylindrique conforme de MERCATOR</u>	13
<u>2.2- Projection conique (conical projection)</u>	15
<u>2.3- Projection azimutale (Azimuthal projection's) ou projection zénithale</u>	15
<u>3-Rétention et récapitulation</u>	17
<u>Conclusion</u>	17
<u>3^{ème} cours : cartes et documents cartographiques</u>	18
<u>1-Aperçu historique</u>	18
<u>2-Définition de la carte</u>	19
<u>2.1-Les signes conventionnels</u>	19
<u>2.2-L'échelle de la carte</u>	19
<u>2.3-La généralisation cartographique</u>	19
<u>2.2- Le classement des cartes</u>	22
<u>3-Rétention et récapitulation</u>	22
<u>Conclusion</u>	22
<u>4^{ème} cours : la base de la cartographie algérienne</u>	23
<u>1- La projection LAMBERT (Algérie)</u>	23
<u>a)- L'Algérie du Nord</u>	23
<u>b)- L'Algérie du Sud</u>	23
<u>2- La projection MERCATOR TRANSVERSE UNIVERSEL (MTU) (Algérie)</u>	23
<u>3- Caractéristiques de la triangulation géodésique algérienne</u>	24

<u>4- Rétention et récapitulation</u>	28
<u>Conclusion</u>	28
<u>5^{ème} cours : la carte topographique algérienne</u>	29
<u>1-Définition</u>	29
<u>2-Les éléments composants de la carte topographique</u>	29
<u>1.2 - Les éléments de l'intérieur du cadre de la carte topographique</u>	29
<u>1.3- Les éléments de l'extérieur du cadre de la carte topographique</u>	29
<u>6^{ème} cours : la carte géologique algérienne</u>	44
<u>1- Définition</u>	44
<u>2- Les terrains</u>	44
<u>2.1- roches sédimentaires</u>	44
<u>2.2- roches métamorphiques</u>	45
<u>2.3- roches magmatiques</u>	45
<u>3- plis et failles</u>	45
<u>4- Les notations (indices)</u>	45
<u>5- Rétention et récapitulation</u>	45
<u>Une séance de consultation de la carte géologique algérienne : la carte de Redjas El Ferada 1/50.000</u>	46
<u>1- Consultation exhaustive de la carte</u>	46
<u>2- Essai de se familiariser progressivement avec la carte géologique, principalement avec sa légende et sa notice explicative</u>	46
<u>a)- Signes conventionnels</u>	46
<u>b)- les coupes géologiques explicatives</u>	47
<u>7^{ème} cours : le relief ou les phénomènes géomorphologiques</u>	51
<u>1- Définition</u>	51
<u>2- L'altération</u>	51
<u>2.1- L'altération physique</u>	51
<u>2.2- L'altération chimique</u>	52
<u>3- L'érosion</u>	52
<u>3.1- Erosion fluviale</u>	52
<u>3.2- Erosion éolienne</u>	52
<u>3.3- Erosion glaciaire</u>	52
<u>3.4- Erosion marine</u>	52
<u>4- Rétention et récapitulation</u>	53
<u>Conclusion</u>	53
<u>8^{ème} cours : la télédétection, un outil d'études et d'aide à la prise de décision</u>	54
<u>1- Généralités et domaines d'utilisation de la télédétection</u>	54

<u>2- La photographie aérienne ou la photo aérienne</u>	54
<u>2.1- La vue au sol</u>	54
<u>2.2- La vue aérienne oblique</u>	55
<u>2.3- La vue aérienne verticale</u>	55
<u>2.4- la photo aérienne est un espace de deux dimensions</u>	61
<u>2.5- le décryptage d'une photographie aérienne : la photo aérienne et les formes de l'humanisation de l'espace</u>	61
<u>3- La photo, un outil d'étude de l'espace urbain</u>	62
<u>4- Rétention et récapitulation</u>	63
<u>Conclusion</u>	63
<u>9^{ème} cours : les cartes thématiques</u>	63
<u>1- Définition</u>	63
<u>2- Différents types de cartes thématiques</u>	63
<u>2.1- Cartes d'inventaire</u>	63
<u>2.2- Cartes analytiques</u>	64
<u>2.3- Cartes d'aménagement</u>	64
<u>3- les variables visuelles</u>	64
<u>4- Rétention et récapitulation</u>	64
<u>Conclusion</u>	64
<u>10^{ème} cours : typologie de l'habitat</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>1- Définition</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2- Habitat sédentaire</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2.1- Habitat de l'antiquité de (-3200 à 476 apr. J.C)</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2.2- Habitat du moyen âge (476 à 1492)</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2.3- Habitat de l'époque moderne de 1492 à 1799</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2.4- Type d'habitat ouvrier</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2.5- Habitat du (XX) siècle</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2.6- Habitat du (XXI^{ème}) siècle</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>11^{ème} cours : typologie d'espaces</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>1-définition</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2- Typologie d'espaces</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>3- Quelques théories d'organisation de l'espace urbain</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>3.1- La théorie de Von Thünen (début de xix) : la localisation de la ville « city » par rapport aux activités agricoles..</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>3.2- La théorie des lieux centraux de Christaller</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>3.3- Le modèle de Hoyt : l'organisation de l'espace urbain</u>	Erreur ! Signet non défini.

3.4- Le modèle de Burgess (école de Chicago 1920s) : l'organisation de l'espace urbain ... Erreur ! Signet non défini.

3- Rétention et récapitulation Erreur ! Signet non défini.

Conclusion Erreur ! Signet non défini.

Conclusion générale Erreur ! Signet non défini.

TP n°1 : initiation à la lecture de la carte topographique Algérienne à échelle 1/50.000 Erreur ! Signet non défini.

I- La lecture exhaustive de la carte Erreur ! Signet non défini.

1-Aperçue global sur les cartes topographiques algériennes..... Erreur ! Signet non défini.

2- Les éléments d'altimétrie Erreur ! Signet non défini.

3- Equidistance Erreur ! Signet non défini.

4- Les éléments de planimétrie Erreur ! Signet non défini.

5- Une toponymie locale (noms des lieux) des noms Arabes et Berbères . Erreur ! Signet non défini.

6- Découpage administratif..... Erreur ! Signet non défini.

II- Les échelles : l'écriture de l'échelle sur les cartes Erreur ! Signet non défini.

TP n° 2 : initiation à l'exécution d'une coupe topographique ou (réalisation d'un profil topo.) Erreur ! Signet non défini.

TP n°3 : exécution des coupes topographiques (profils) et lecture de relief Erreur ! Signet non défini.

TPn°4 : exécution des cartes thématiques (en se servant d'un fond de carte et des variables visuelles) Erreur ! Signet non défini.

1- Population Erreur ! Signet non défini.

2- Logement Erreur ! Signet non défini.

TP n°5 : échelles et territoires Erreur ! Signet non défini.

TP n°6 : calcul de la pente Erreur ! Signet non défini.

6.1- calcul de la pente et étude de site Erreur ! Signet non défini.

6.2- calcul de la distance et de la superficie sur la carte Erreur ! Signet non défini.

TP n°7 : commentaire d'une carte topographique Erreur ! Signet non défini.

7.1- EL MILIA (wilaya de Jijel, Est algérien), un espace rural ou urbain ? Erreur ! Signet non défini.

7.2- Panorama du paysage physique Erreur ! Signet non défini.

7.3- Réseau hydrographique..... Erreur ! Signet non défini.

7.4- Végétation Erreur ! Signet non défini.

7.5-Voies de communication..... Erreur ! Signet non défini.

Conclusion Erreur ! Signet non défini.

TP n°8 : réalisation d'une coupe géologique (sur la carte REDJAS EL FERADA 1/50.000)..... Erreur ! Signet non défini.

TP n°9 : consultation des cartes géologiques : Erreur ! Signet non défini.

a)- consultation des cartes géologiques échelle 1/500.000 Erreur ! Signet non défini.

<u>b)- lecture de la carte géologique REDJAS EL FERADA 1/50.000</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>TP n° 10 - Étude géomorphologique de relief : les terrasses fluviales d'El Milia</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>1- natures et formes de relief</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>2- En géomorphologie, le relief est formé sous l'influence de trois (3) facteurs</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>TP n°11 : analyse urbaine</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>1-Localisation</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>2- Contexte local :</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>3- Structure urbaine</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>Conclusion</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>TP n° 12- Principe de levé sur terrain</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>TP n° 13 : réalisation d'une maquette</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>- Que-est-ce qu'une maquette ?</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>Références bibliographiques</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>I - Sites web</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>II- Livres</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>III-Cours</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>IV Revues</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>V- Documents</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>VI- Cartes disponibles</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>VII- Photos aériennes</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.
<u>VIII- Dictionnaires</u>	.....	Erreur ! Signet non défini.

Liste des abbreviation

- ACL: Agglomérations chefs- lieux
- AS : Agglomérations secondaires
- BIM : (*Building Information Modeling*)
- CBD : (*Central Business District*)
- CRAG : Centre de Recherches Astronomiques et Géophysiques
- DMS : Degrés, Minutes et Secondes
- E D : (*European Datum1950*)
- GNSS : (*Global Navigation Satellite System*)
- GPS : (*Global Positionning System*)
- GRS80 : (*Geodetic Reference System*)
- HCA: Histoire Critique d'Architecture
- HTU: Histoire des Théories Urbaines
- IGN : Institut de Géographie Nationale
- IERS : (*International Earth Rotation and Reference System Service*)
- INCT : Institut National de Cartographie et de Télédétection
- IRM : (*International Reference Meridian*)
- MDN : Ministère de la Défense Nationale
- NAD83 : (*North American Datum*)
- NG : Nord Géographique
- NGF : Nivellement Général de la France
- NM : Nord Magnétique
- PAW : Plan d'Aménagement de la Wilaya
- PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
- POS: Plan d'Occupation des Sols
- SNAT : Schéma National d'Aménagement de Territoire
- SCG : Système de Coordonnées Géographiques
- TOL : Taux d'Occupation de Logement
- TOP : Taux d'Occupation par Pièce
- UTM : (*Universal Transverse Mercator*)
- WGS (WGS84) : (*World Geodetic System*)
- Y : Nord de la coupure
- ZE : Zones Éparses

I- Objectif du cours et de TP

Cette matière a pour objectif d'analyser et d'expliquer la logique d'organisation spatiale en utilisant des outils et des documents d'analyse et de description des phénomènes physiques, économiques et humains. Grâce à ces moyens, nous cherchons à donner des explications sur les origines du progrès des pays développés, tout en identifiant les causalités et les contraintes qui freinent le développement dans les pays moins développés. L'urbanisation impressionnante, fruit de l'intelligence humaine, dans les pays du Nord contraste radicalement avec le phénomène de gigantisme urbain incontrôlé dans les pays du Sud.

La mondialisation économique du XXI^e siècle a creusé les écarts de développement à tous les niveaux. Les pays avancés se regroupent en forces monétaires, détenant d'énormes capitaux et des technologies de pointe, tandis que les puissances économiques cherchent une compétitivité territoriale sans compromis. De l'autre côté, un monde vassal sombre dans le sous-développement, les conflits et la misère socio-économique.

Dans ce petit travail d'initiation à l'analyse spatiale, nous cherchons à identifier les différentes composantes des espaces et des territoires, ainsi qu'à expliquer leur fonctionnement à différents niveaux. L'intervention des acteurs sur le territoire, à travers les actes de planification sociale et économique, reflète le degré de maîtrise et de rationalisation de l'exploitation des ressources. En Algérie, la dynamique territoriale constitue un défi à relever, tôt ou tard.

II- Contenu du cours et de TP

Chaque séance de travaux pratiques commencera par une brève explication des concepts théoriques liés à différents aspects de l'analyse spatiale. Des travaux pratiques adaptés seront ensuite proposés en classe pour renforcer ces notions. Le cours se concentrera sur la manipulation de documents et d'outils spécifiques d'analyse spatiale.

II.1- Lecture et analyse des sites et des situations

II.1.1-Cartographie et documents cartographiques : définitions et sémiologie : - la représentation géométrique plane, - les systèmes de projection, - les étapes géodésiques. Pour une représentation simplifiée et conventionnelle : la généralisation cartographique élimine les détails non nécessaires et implique la schématisation des éléments du terrain en se servant de la symbolique. Rappelons que le choix de l'échelle de la projection et de la transposition cartographique est toujours essentiel.

II.1.2-La topographie : implique la représentation d'une partie de la surface terrestre sur un plan, par une correspondance de points de la terre/points de la projection plane, la représentation des formes du terrain (photographies aériennes, enquête et levés sur le terrain).

II.1.3-La lecture géomorphologique : identification des formes de relief et de terrains à travers les types de courbes de niveau : (courbes normales, courbes maitresses et courbes intercalaires) et points cotés.

II.1.4- L'apprentissage des techniques d'analyse et de représentation : réalisation de coupes topographiques, coupes géologiques, carte des pentes et maquettes de site.

II.1.5-La lecture toponymique : apprendre la signification de la toponymie locale, interprétation d'écriture représentant des noms des lieux, d'agglomérations, des cours d'eau et des forêts.

II.2- Etudes géographiques, historiques et architecturales

II.2.1- Apprentissage des techniques d'emboîtement d'échelles, des normes de représentation en topographie seront utilisées : le canevas planimétrique et altimétrique de base, le levé topographique direct : choix des échelles du levé (notions de petite échelle du levé ($\geq 1/40.000$), grande échelle du levé ($1/10.000$ à $1/20.000$) et très grande échelle ($< 1/10.000$) dans un contexte d'étude de site.

II.2.2- En cartographie thématique, on veuille sur : - la maîtrise des méthodes de transcription et interprétation cartographique. - La compréhension des concepts enregistrés dans l'espace géographique (figures cartographiques, formes graphiques, formes et orientation de l'écriture).

La représentation thématique implique l'utilisation des signes conventionnels et des variables visuelles, rappelle-t-on.

II.3- Typologie d'espaces et de paysages

II.3.1- L'espace urbain : la ville est un espace de grandes densités urbaines. Des quartiers d'habitations, des unités de voisinage (*neighbourhood unit*) de 2000 à 4000 logements et des équipements diversifiés : centres commerciaux, équipements culturels, bibliothèques et équipements sportifs. L'urbanisation est l'augmentation de l'urbain en unités, plus la concentration de la population urbaine dans les villes. Dans les pays développés, l'urbanisation dépasse les 80 % de l'ensemble de la population. La ville est marquée par la présence des activités industrielles et commerciales. Elle s'oriente de plus en plus vers une forte tertiarisation de son économie.

II.3.2- Des extensions qui renforcent le phénomène urbain : de la banlieue et le faubourg du (XVIIIe) à l'habitat des mineurs (coron) sur les lieux d'exploitation du charbon, aux pavillons d'ouvriers en juxtaposition des fabriques au (XIXe) ; plus tard des lotissements et maisons individuelles. Au (XXe), en Europe, l'urbanisation se renforce par les grands ensembles des années (60). Ensuite le phénomène urbain prend de l'ampleur avec des formes multiples et variées : de la périurbanisation, à la rurbanisation et à l'exurbanisation ainsi que des formes urbaines complexes : la conurbation, la région urbaine, l'agglomération, la nébuleuse urbaine. D'autres formes sont liées aux politiques urbaines : la ville nouvelle ou la ville planifiée « *new town* », la ville satellite (pour aller plus loin consulter le dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement de MERLIN P. et CHOAY F.).

II.3.3-Dans les pays anglo-saxons, l'urbain se transforme de plus en plus aux (*Central Business District*) (*CBD*) là où se concentre les acteurs du système financier mondial et leurs institutions monétaires (banques, entreprises transnationales, bourses et compagnies d'assurances). Actuellement, on est arrivé à vivre dans une ville virtuelle et intelligente. La concurrence vers l'occupation du centre-ville déclenche un processus

de ségrégations sociales attisées par une poussée capitaliste brutale (voir Précis de géographie BEAUJEU-GARNIER J.).

Dans les pays en voie de développement (moins développés), on assiste à une poussée d'urbanisation sans précédent, une urbanisation anarchique, peu contrôlée et provocatrice des départs des zones rurales vers les villes et villages (noyaux coloniaux). Le gigantisme urbain provoque des crises pluridimensionnelles (crise de logement, crise de travail, d'espaces, de scolarisation, de santé et de loisirs).

II.3.4-L'organisation de l'espace représente une partie importante de ce travail, dans ce contexte, on va exposer certains modèles et on va mettre en relief la logique de production, de construction et d'évolution des espaces.

a)- L'espace urbain : -Le modèle de Burgess :- Le modèle de Hoyt :- Le modèle de Cristaller

Le rôle régional de la ville : - Hiérarchie et réseau de villes - Types de réseaux urbains - La métropolisation.

b)- L'espace industriel : - Le modèle de Weber, - l'espace industriel de la « révolution industrielle » - les espaces industriels des années 50-60, - les espaces industriels récents et les technopoles : technopoles de Sophia Antipolis à Nice, en France.

c)- L'espace agricole : Le modèle de Von Thünen ou le système de cultures en auréoles. - L'agriculture est maîtresse de cet espace, dans ce contexte, on peut repérer les cultures et les produits du terroir, la ceinture du lait et des produits maraîchers, par exemple.

d)- Les réseaux de transport et leur importance et leurs formes : réseau en étoile, réseau multipolaire, la révolution de la vitesse, la concentration des réseaux : la vitesse et la conteneurisation, développement des nœuds : ports, aéroports, gares de (TGV), autoroutes et échangeurs autoroutiers. En fin, on clôture ce travail par une petite présentation sur les types des paysages : (pour aller plus loin consulter le Précis de géographie A-M. Gérine-Grataloup).

Le 1^{er} cours : notions générales sur la forme de la terre

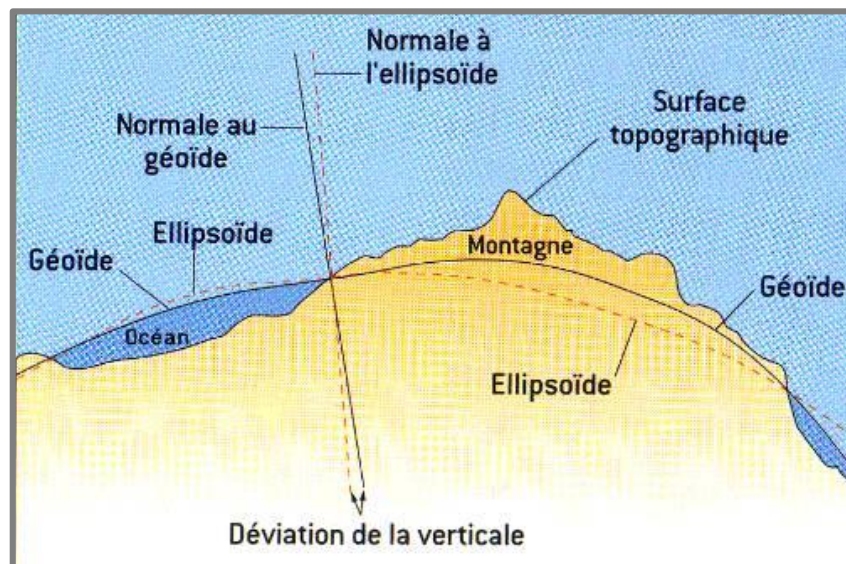
Support de cours : un ellipsoïde, planisphères, cartes, figures et photos relatives aux points géodésiques matérialisés.

Objectifs pédagogiques

- Saisir les difficultés de représentation de la forme réelle de la terre (le Géoïde),
- Maîtriser l'usage du système de coordonnées géographiques (SCG),
- Se positionner avec le système géodésique mondial (WGS), (WGS84) et (GPS).

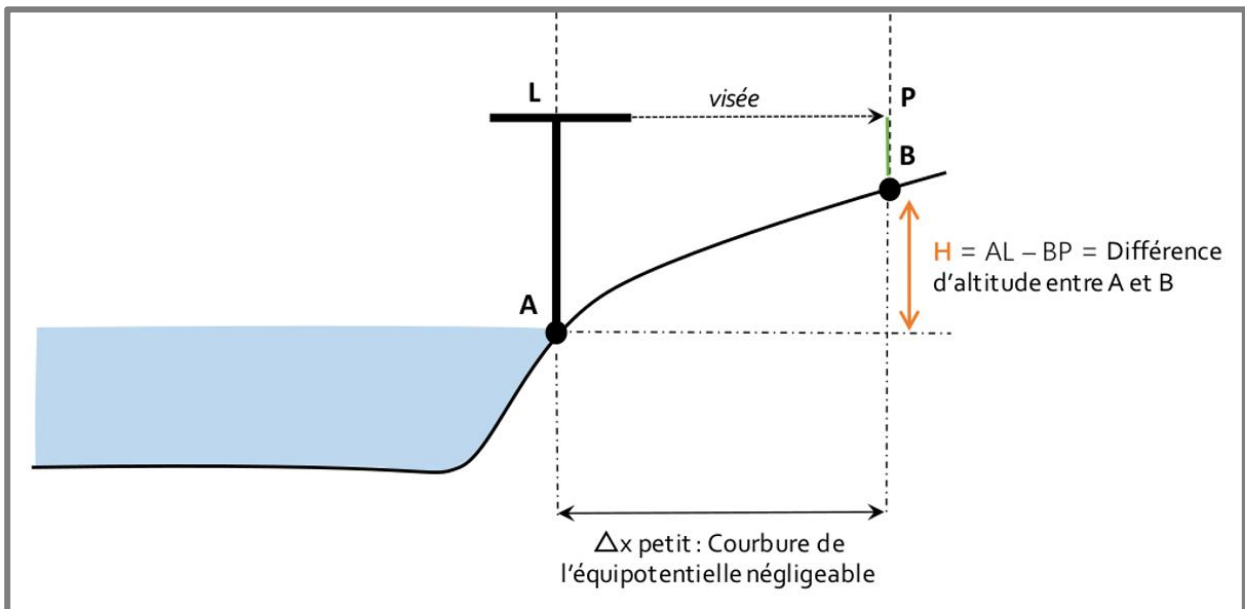
1- Le géoïde : est une surface équipotentielle du champ de pesanteur qui coïncide au mieux avec le niveau moyen des océans et qui se prolonge sous les continents. Le géoïde ou la forme réelle de la terre est une surface déformée, voir [fig. n°1], [fig. n°2] et [fig. n°3].

L'altimétrie : par les satellites altimétriques, un faisceau radar est envoyé jusqu'à la surface de l'océan où il se réfléchit jusqu'au satellite. On mesure son temps d'aller-retour et on déduit la distance altimétrique des stations fixes sur la terre et des systèmes de positionnement par satellites (GPS) qui donnent la position exacte du satellite par rapport au centre de la Terre. On connaît ainsi la position de la surface de l'océan. En soustrayant les effets des courants et marées (topographie dynamique), on obtient la position du géoïde par rapport au centre de la terre.



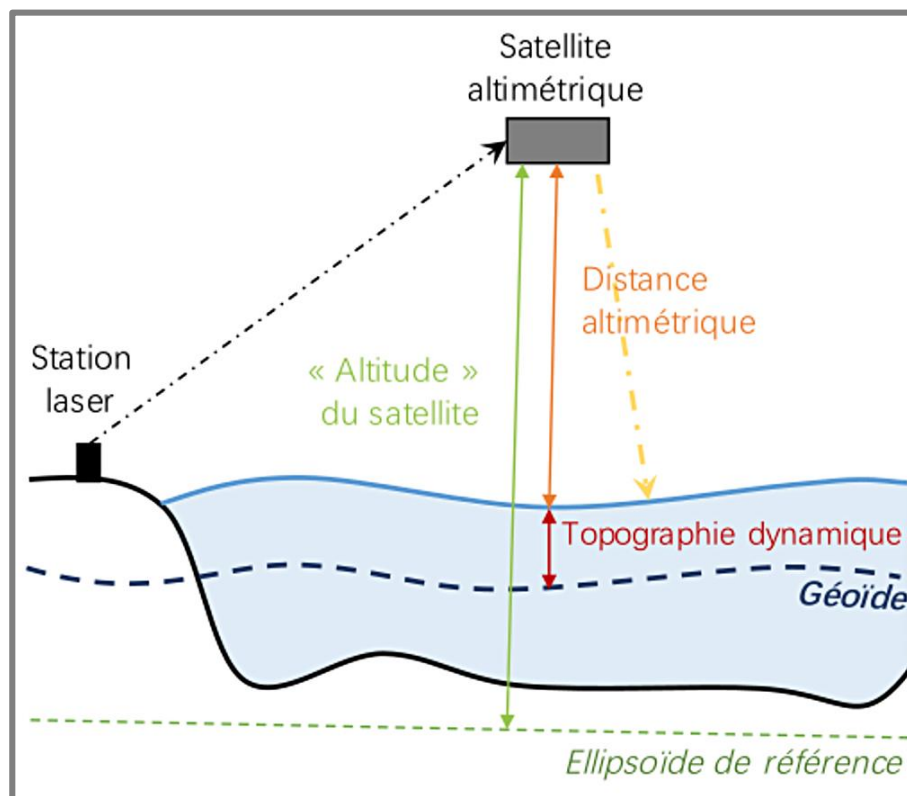
Source : <https://notech.franceserv.com/cartographie.html>

fig. n° [1] La forme géoïde de la Terre



Source : <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

fig. n° [2] Mesure d'altitude des deux points A et B par nivellement ordinaire



Source : <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

fig. n° [3] Principe de mesure du géoïde par satellite altimétrique

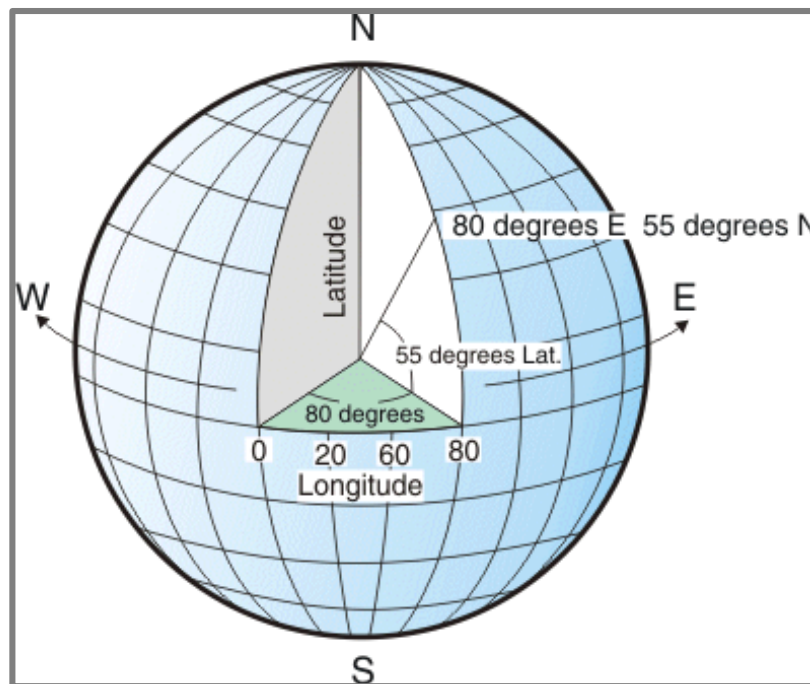
2- Coordonnées géographiques et références cartographiques

2.1- Le Système de Coordonnées Géographiques (SCG) : c'est un système qui utilise la surface sphérique en trois dimensions pour définir un endroit, une localité ou un point sur la terre. Le (SCG) comprend une unité de mesure angulaire (en degré). Un méridien principal (*méridien de Greenwich*

ou le méridien 0°) est une ligne longitudinale qui passe par la localité de Greenwich. Elle est représentée soigneusement sur un ellipsoïde. Un point est référencé par ses valeurs de longitude et de latitude. Le (SCG) comprend :

- des lignes horizontales : les lignes de la latitude ou des *parallèles*
- des lignes de longitude ou des *méridiens*
- les parallèles et les méridiens se croisent en formant un réseau appelé un *graticule*.
- l'*équateur* est la ligne de latitude zéro qui sépare l'hémisphère sud à l'hémisphère nord.
- les valeurs de latitude et de longitude sont mesurées en degrés, minutes et secondes (DMS). les latitudes sont mesurées par rapport à l'équateur +90 nord, -90 sud. Les valeurs de longitude sont mesurées par rapport au méridien principal (*méridien de Greenwich*) – 180 vers l'Ouest, +180 vers l'Est de Greenwich.

Les cercles des latitudes se rétrécissent progressivement vers les pôles jusqu'à devenir des points aux pôles (point du pôle nord et point du pôle sud), voir [fig. n°4].



Source : (ESRI Arc Gis 9)

fig. n° [4] Système de Coordonnées Géographique (SCG)

2.2- types de méridiens

2.2.1- Le méridien de Greenwich : le méridien de Greenwich ou (*Greenwich Meridian*) 0° est le méridien qui passe par la position de la lunette méridienne de télescope de James Bradley. Ce méridien sert comme référence pour la cartographie de la Grande-Bretagne (GB). Ainsi, ce méridien passe par l'Algérie dans le département (wilaya) de Mostaganem, précisément, dans la commune de Stidia. Ce méridien est gravé sur

une pierre de repère près de la route nationale (n°11). De même Il passe par plusieurs points et endroits en Algérie et en Afrique, (**Agence Spatiale Algérienne**) voir [fig. n° 5].



a)- Méridien Greenwich (London-Greenwich, Royaume-Uni)
Latitude : 51° 28' 38'' N
Longitude : 0°00'00''



b)- Méridien de Greenwich à (Mostaganem Algérie)
Latitude : 35° 50' 14'' 6 N
Longitude : 0° 00' 00'' 0

fig. n° [5] Le méridien international Greenwich

2.2.2- Méridien de Paris : le méridien de Paris 0° passe par le centre de l'observatoire de Paris qui se trouve dans le département de paris 75, commune de Paris 14ème arrondissement voir fig. il est à 2°20'14.025'' à l'Est du méridien international de Greenwich (NTF) voir [fig. n° 6], [fig. n° 7] et [tab. n°1] et [tab.n°2].

2.2.3- Le méridien de référence : le méridien de référence international (*International Reference Meridian*) (*IRM*) 0° : est le méridien adopté par l' (*International Earth Rotation and Reference System Service*) (*IERS*). Il passe à London à une centaine de mètres à l'Est de l'observatoire de Greenwich, précisément à 102 m. Le méridien de référence sert comme référence pour le système de géo-positionnement mondial (*Global Positioning System*) (*GPS*) et le système géodésique mondial (*World Geodetic System*) (*WGS84*). Rappelons que le temps universel est reporté à ce méridien.



Département : PARIS (75)

Commune : PARIS-14E--ARRONDISSEMENT

Lieu-dit : PARIS OBSERVATOIRE

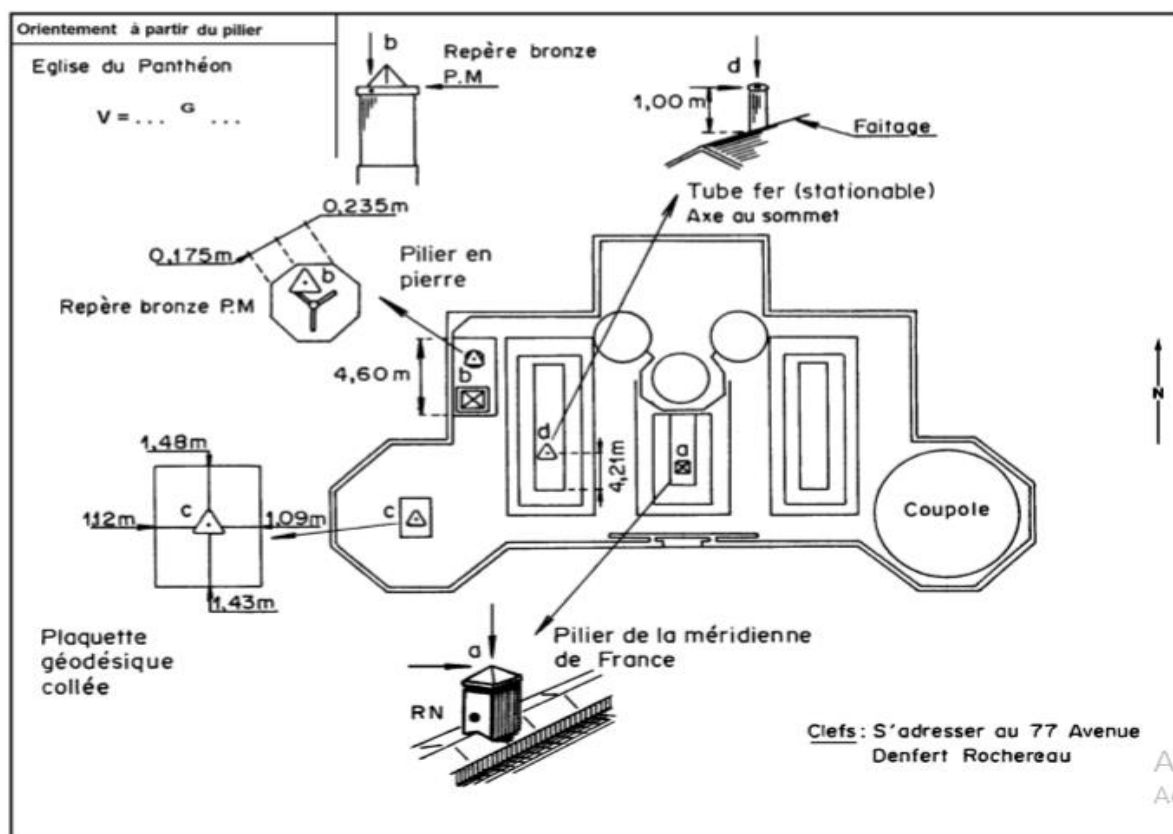
No du Site **75056A**

Site du Réseau de détail

Source : IGN - INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

73 Avenue de Paris 94165 SAINT-MANDE CEDEX.2009

fig. n° [6] Localisation de l'observatoire de Paris où l'origine du méridien de Paris



Source : IGN - INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

73 Avenue de Paris 94165 SAINT-MANDE CEDEX.2009

fig. n° [7] Position, bornage et marquage du Méridien de Paris

tab. n° [1] Les références de Méridien de Paris

Système RGF93 (ETRS89) - Ellipsoïde : IAG GRS 1980

points	Longitude (d m s)	Latitude (d m s)	Hauteur(m)	Précision
a	2° 20' 11.4909" E	48° 50' 11.0494" N	132.37	< 50 cm
b	2° 20' 10.8357" E	48° 50' 11.4628" N	134.53	< 50 cm
c	2° 20' 10.5875" E	48° 50' 10.9341" N	131.03	< 50 cm
d	2° 20' 11.1215" E	48° 50' 11.1422" N	132.06	< 10 cm

tab. n° [2] Les références de Méridien de Paris

Système RGF93 (ETRS89) - Projection : LAMBERT-93

Système altimétrique : NGF-IGN 1969

Point	e (m)	n (m)	Précision plani.	Altitude (m)	Précision alti
a	651300.08	6859799.06	< 10 cm	88.55	< 50 cm
b	651286.83	6859811.94	< 10 cm	90.71	< 50 cm
c	651281.63	6859795.65	< 10 cm	87.21	< 50 cm
d	651292.58	6859801.99	< 10 cm	88.24	< 50 cm

3- Ellipsoïde de révolution : est une sphère aplatie légèrement aux pôles. Un modèle mathématique utilisé pour les calculs relatifs à la planète terre. L'ellipsoïde de révolution est la forme sphéroïdale la plus proche au géoïde qui est proche de la forme patatoïde réelle de la terre. Un ellipsoïde de révolution peut être allongé (*prolate*) ou aplati (*oblate*) le cas de la terre. On dispose plusieurs ellipsoïdes, parmi lesquels on cite : Ellipsoïde Clarke1866, Ellipsoïde clarke1880 Anglais, Clarke1880 IGN, Bessel, Airy, Hayford1909, International 1924, voir [fig. n°8].

3.1- ellipsoïde de Clarke 1880 :

a = 6378249:2m

b = 6356515:0m

3.1- ellipsoïde associé au système mondial WGS84

a = 6378135 :0m est le demi- grand axe

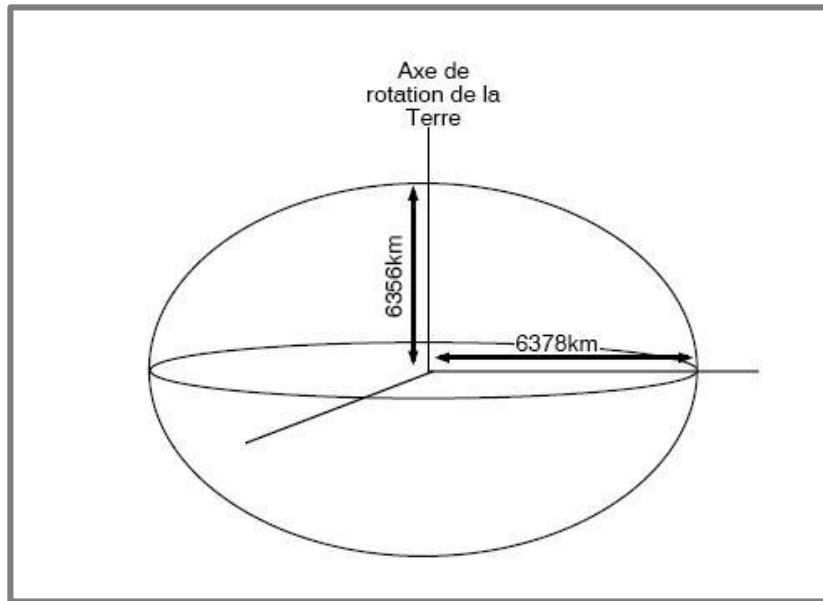
b = 6356750 :52m est le demi-petit axe, voir [fig. n°09].

Le passage de l'ellipsoïde à un plan pour représenter une partie de la terre se fait par la projection cartographique. Mathématiquement, il s'agit de donner un couple de fonctions (*f*, *g*)

$$X = f(\phi, \lambda)$$

$$Y = g(\phi, \lambda)$$

qui permet de passer des coordonnées géographiques (ϕ ; λ) aux coordonnées planes (*X*, *Y*).



Source : <https://www.bel-horizon.eu/component/content/article.html>

fig. n° [8] L'ellipsoïde ou la forme la plus proche à celle de la planète terre

3.2- le Système Géodésique Mondial (WGS) : la mission principale des systèmes géodésiques mondiaux est de définir la représentation du géoïde terrestre. Les centres de recherches et des calculs à travers le monde, avec des moyens technologiques et des instruments de mesure et de précision très sophistiqués développent des travaux de recherche de pointes en mesurant la forme réelle de la terre ou « le géoïde terrestre ». Ce travail est basé sur les données collectées par les satellites (satellites de défilement, satellites géostationnaires). Les mesures se rapportent, généralement à un ellipsoïde, dit de « révolution ».

3.2.1- Paramètres d'ellipsoïde WGS84

Demi-petit axe = b

(WGS-84 $b = 6356752.3142$ mètres)

Demi-grand axe = a

(WGS-84 $a = 6378137.0$ mètres)

Aplatissement = $f = (a-b)/a$

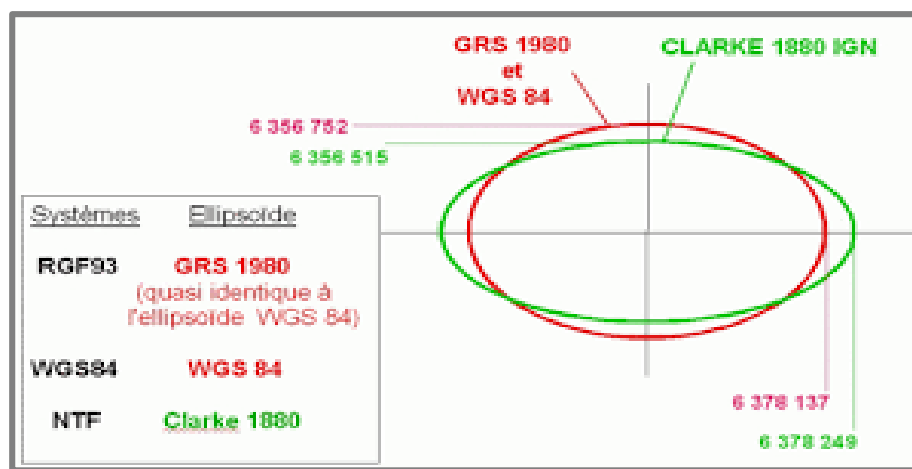
(WGS-84 $f = 1/298257223563$)

Carré de l'excentricité = $e^2 = 2f - f^2$

(WGS-84 $e^2 = 0.00669437999013$)

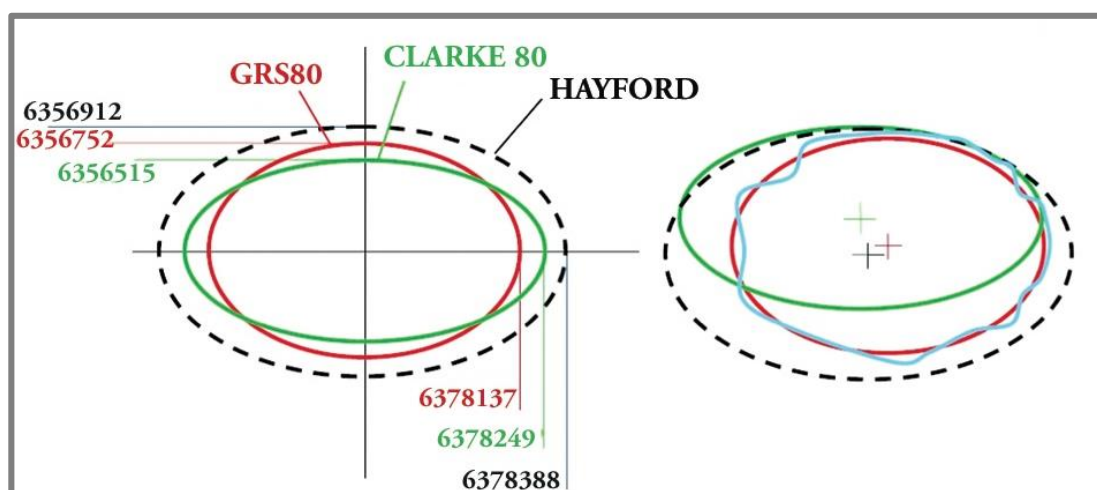
Le Système Géodésique Mondial (*World Geodetic System 84*) (WGS84) utilise un ellipsoïde de référence « ellipsoïde de révolution IAG GRS80 » et un géoïde (EGM96) La donnée de l'ellipsoïde et les paramètres de positionnement constitue un (*Datum géodésique*). Les systèmes géodésiques les plus utilisés dans le monde est le système (WGS84) associé avec le système de positionnement global GPS. Les Américains et les Canadiens utilisent le WGS84 et le NAD83 (*North American Datum*).

La Russie sert le PZ-90. Les Français utilisent la projection Lambert – Nouvelle Triangulation de la France, plus le Système Altimétrique (Nivellement Général de la France (NGF) NFG-IGN69. Pour les autres pays d'Europe, ils utilisent le Système Européen Unifié 1950 (*European Datum 1950*) associé à la projection Mercator en mer, à la projection UTM à terre, voir [fig. n° 9] et [fig. n° 10].



Les bases de l'information géographique-systèmes géodésiques <https://.ente-aix.fr>

fig. n° [09] les systèmes géodésiques mondiaux



Les bases de l'information géographique-systèmes géodésiques <https://.ente-aix.fr>

fig. n° [10] Ellipsoïdes : CLARKE80, HAYFORD et (GRS80) (*Geodetic Reference System GRS80*)

3.2.2- Les points géodésiques : les opérations géodésiques aboutissent à déterminer avec précision et homogénéité les positions planimétriques et altimétriques d'un certain nombre de points de repère de la surface terrestre. Ces points de repères sont appelés « points géodésiques ».

Les positions planimétriques sont définies par des coordonnées dites géodésiques ou géographiques : latitudes et longitudes (par rapport au méridien d'origine). En se servant de divers moyens de technologie de pointe : satellites, stations laser et marégraphes, les chercheurs arrivent à identifier tous les points sur la

Terre. Depuis lors les altitudes sont relativisées à une surface moyenne entre les mers et les continents, appelés « GEOIDE ».

On transforme en suite, avec l'un des systèmes de projection les coordonnées géographiques en coordonnées planes (x, y) rectangulaires dont leur utilité est plus simple. Pour l'intérêt des services publics de l'État (cadastre, hydraulique et grands projets), les points géodésiques sont matérialisés sur la terre d'une manière durable. Les points géodésiques servent comme support de levés topographiques. Dans les pays les plus avancés, la géodésie de haute précision est servie pour l'implantation de certains ouvrages tels que : barrages, ponts, télescopes, accélérateurs de particules, contrôles et réglage d'instruments (**cours de topographie et de triangulation MOSCHETTE J., Institut de Mostaganem, avril 1972**).

4- Établissement d'un réseau géodésique : selon les services de l'Institut National de Cartographie et de la Télédétection (**INCT-MDN, Algérie 2020**), les positions planimétriques des points géodésiques sont reliées entre elles par un réseau de triangle. L'opération de mesure par création des triangles géodésiques s'appelle « la triangulation », c'est-à-dire que les points sont reliés entre eux par des visées formant des triangles dont on mesure les angles. La mesure de la longueur d'un côté d'un triangle est appelée la base. La trigonométrie permet de combiner cette longueur et les angles mesurés pour calculer de proche en proche les côtés et tous les triangles du réseau.

- A : point fondamental ;
- AB : base mesurée ;
- Az : azimut ;
- SG-NG : méridien de A,
- A, B, C : angles observés ou mesurés.

Les sommets des triangles généralement des points élevés du terrain, et visibles entre eux. On commence d'abord par un réseau dit de **premier ordre** dont la longueur est d'environ 40 km. À l'intérieur du réseau du 1er ordre ; on observe un réseau de **2ème ordre** dont la longueur des cotés variant de 10 à 15 km. Puis un réseau de **3ème ordre**. La densité des points du 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} ordre est d'environ un point tous les 20 km² (**INCT-MDN, Algérie 2020**).

5- Rétention et récapitulation : le Système Géodésique Mondial (WGS) a abouti à déterminer avec précision les positions planimétriques et altimétriques des points de repère et tous les objets importants créés par l'homme sur la surface de la terre.

6- Conclusion : la terre dévoile et raconte ses secrets grâce à la technologie de pointe.

2^{ème} cours : La projection cartographique

- **Support de cours** : un ellipsoïde, cartes et planisphères
- **Objectifs pédagogiques** :
- Clarifier les difficultés et anomalies des opérations de projection cartographique,
- Maîtriser la sémiologie de la projection cartographique,
- Apprendre l'importance de la projection (UTM) en cartographie.

1- Définition : la projection cartographique est une opération de transposition de la surface courbe de l'ellipsoïde à une surface plane qui est la carte. Cette opération fait appel à divers procédés et calculs mathématiques. Ces procédés s'appellent les projections cartographiques.

2- les principaux Types de projections :

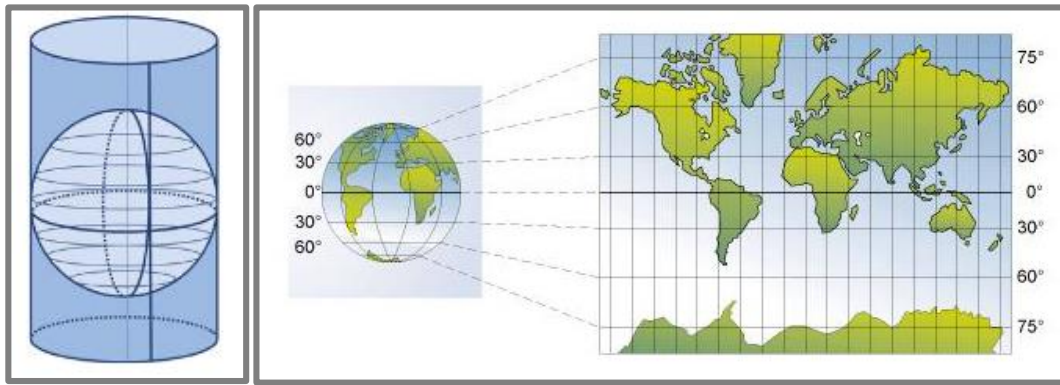
- La projection cylindrique
- La projection conique
- La projection azimutale

2.1- Projection cylindrique conforme de Mercator : on projette l'ellipsoïde sur un cylindre de papier qui l'englobe. Le cylindre tangent réellement au grand cercle de l'équateur. Mercator ou « Gerhard Kremer 1512-1594 » de son vrai nom est l'un des premiers fondateurs des cartes et des cartes de navigation maritimes. Il inventa la fameuse projection cartographique cylindrique qui s'est attachée depuis lors à son nom (*Mercator's cylindrical projection*) voir [fig. n°11].

Dans la projection cylindrique, la surface de projection est un cylindre tangent. Le canevas de cette projection se caractérise par : un maillage rectangulaire là où les méridiens et les parallèles forment des droites. On note que l'espacement entre les parallèles croît avec la latitude.

La projection transverse universelle de Mercator (UTM) : une projection cartographique conforme à la surface de la terre. Les Allemands l'utilisent sous l'appellation de projection de Gauss-Kruger. La projection (UTM) découpe la surface terrestre en 60 fuseaux de 6°, en séparant l'hémisphère nord à l'hémisphère sud. Au total 120 zones 60 Nord et 60 Sud, voir [fig. n°12].

Projection cylindrique équivalente est une projection perspective sur un cylindre tangent à l'équateur. Le point d'intersection est l'équateur. Elle donne la forme fidèle le long des parallèles de référence. La torsion s'accroît près des pôles. (Distorsion des surfaces). L'échelle est toujours correcte au niveau de l'équateur. La projection cylindrique équivalente est une projection conforme, des transformations qui conservent les angles et des déformations aux pôles. Elle est utilisable pour la navigation.



Source : <https://swisstopo.admin.ch> & encycl. Larousse en ligne

fig. n° [11] projection Cylindrique équivalente



Source : <https://fr.wikipedia.org>

**fig. n° [12] : La projection (UTM) couvre la surface terrestre par 60 fuseaux nord
60 fuseaux sud, chacun des fuseaux compte 6 degrés de longitude**

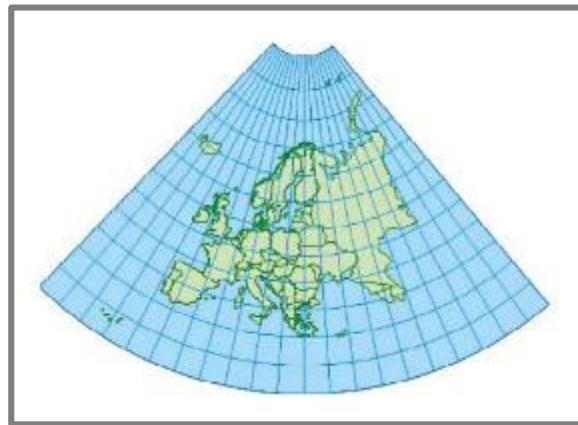
- Projection de Peters (équivalente : conserve les aires)
- Projection de Robinson (pseudo- cylindrique, aphylactique)
- Projection Transverse Universelle de Mercator (UTM) ou projection de Gauss-Kruder (conforme)
- Projection cylindrique équidistante (équirectangulaire)
- Projection de Mercator oblique de suivi des satellites (Espace-oblique)

- Projection de Mollweide : une projection pseudo-cylindrique (projection elliptique conforme)
- Projection Sinusoïdale (Mercator-Sonson-Flomestead) : conserve les surfaces

2.2- Projection conique (*conical projection*) : on projette l'ellipsoïde sur une surface conique tangente à une ellipse. Puis on tire le cône de papier pour avoir la carte. La surface de projection est un cône tangent à l'ellipsoïde. Le centre de la projection est une ligne (cône tangent). Les caractéristiques du canevas sont : les méridiens forment des droites concourantes, les parallèles des arcs de cercle concentriques.

- Projection conique conforme oblique bipolaire
- Projection conique simple
- Projection équivalente d'Alber

- **Projection conique de Lambert (1728-1777)** (*Lambert simple conical projection*) : une projection conforme, les méridiens sont des concourantes et les parallèles des arcs de cercles centrés sur le point de convergence des méridiens. Les parallèles sont standards. Elle minimise l'altération des formes et des distances sur une zone proche de l'origine voir fig. n° [13].

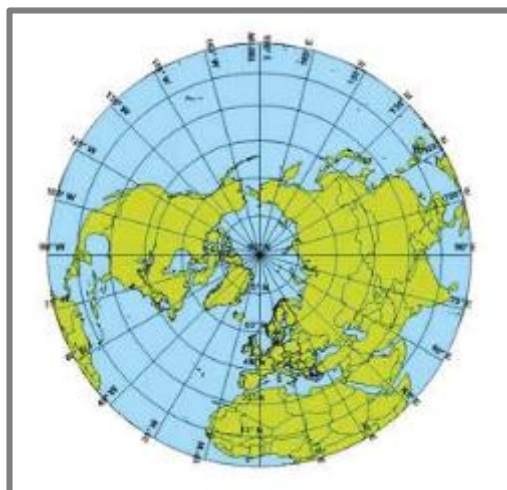


Source : <https://cing.gouv.fr> , Revue XYZ . 2018

fig. n° [13] Conique équivalente

2.3- Projection azimutale (*Azimuthal projection's*) ou **projection zénithale** : la surface de projection est un plan rectangle tangent à la sphère sur lequel on projette une partie du de l'ellipsoïde, voir fig. n° [14], [15] et [16].

- Projection stéréographique
- Projection gnomonique (azimutale)
- Projection orthographique
- Projection azimutale équivalente de Lambert
- Projection stéréographique polaire



Source : <https://cing.gouv.fr> , Revue XYZ . 2018

fig. n° [14] Azimutale équivalente

Projection	Caractéristiques	Emploi
Projections conformes :		
• Mercator	Canevas rectangulaire. « Latitudes croissantes » : les parallèles sont de plus en plus espacés vers les pôles – l'échelle varie avec la latitude. Les loxodromies forment des droites sur la carte.	Cartes de navigation marine ; planisphères.
• UTM (Universal Transverse Mercator)	L'équateur et le méridien de référence forment des droites perpendiculaires. Coordonnées transcendantes orthogonales.	Très employé pour la cartographie des pays des latitudes moyennes.
• Conique de Lambert	Les parallèles sont concentriques, les méridiens des droites concourantes	Employé pour la cartographie à grande échelle et des pays des latitudes moyennes.
• Stéréographique	Les loxodromies forment des spirales logarithmiques. Echelle constante sur tout cercle dont le centre et celui de la projection	Cartes du ciel et des régions polaires. Mappemondes.
Projections équivalentes :		
• Conique de Lambert	Les parallèles sont concentriques, les méridiens des droites concourantes.	Cartographie régionale.
• Bonne	Les méridiens sont transcendants, les parallèles équidistants et concentriques.	Cartographie topographique au 19 ^{ème} siècle (carte dite de l'Etat-Major, 1 : 80 000 en France).
• Mollweide, Hammer, etc.	L'équateur et le méridien de référence sont perpendiculaires. Les méridiens forment des ellipses.	Planisphères.
• Azimutale de Lambert, aspect polaire	Les méridiens forment des droites rayonnantes, les parallèles sont concentriques.	Cartographie des régions polaires et de l'hémisphère nord.
Projections aphylactiques :		
• Gnomonique	Toute orthodromie forme une droite	Cartes de navigation.
• Orthographique, aspect polaire	Les parallèles sont concentriques, les méridiens concourants	Cartes astronomiques.
• Orthographique, aspect traverse	Les parallèles forment des droites parallèles à l'équateur, les méridiens des ellipses	Anciennes mappemondes

Source : les données cartographiques et géomatiques, <https://uoh.fr> .

fig. n° [15] Récapitulatif : projections et caractéristiques

Type de carte – projection	Propriété
Cartes topographiques :	
• UTM (cylindrique transverse), aussi appelée projection de Gauss (plus des trois quarts de la production mondiale)	Conforme
• Conique conforme de Lambert (France)	Conforme
• Polyconique COAST et Geodesic Survey	Aphylactique
Cartes à l'échelle d'un pays :	
• Azimutales ou coniques comme Albers ou Bonne	Equivalente
Cartes à l'échelle continentale :	
• Albers (conique sécante), Bonne (dérivée d'une projection conique), Lambert (azimutale transverse), Hammer, Mollweide	Equivalente
Mappemondes :	
• Projection azimutale de Lambert	Equivalente
• Projection azimutale stéréographiques, aspect polaire	Conforme
Planisphères :	
• Mollweide, Hammer, Eckert IV, Goode, Peters, ...	Equivalente
• Mercator, Eckert III, Gall, ...	Conforme
Cartes de navigation / de météorologie	
• Mercator, Lambert, projections gnomoniques et stéréographiques (aspect polaire)	Conforme

Source : les données cartographiques et géomatiques, <https://uoh.fr> .

fig. n° [16] Récapitulatif type de carte-projection

3-Rétention et récapitulation : La projection transverse universelle de Mercator (*Universal Transverse Mercator*) appelée communément projection (UTM), choisie par les Américains pour des raisons militaires et économiques devient la plus fréquente en cartographie moderne.

Conclusion : par le Système de Coordonnées Géographiques (SCG), les (*méridiens*) longitudes et par les (*parallèles*) latitudes, l'homme a résolu le problème du positionnement des bateaux dans les hautes mers et océans en prenant compte le temps passé à partir d'un point de départ (un port).

3^{ème} cours : cartes et documents cartographiques

Support de cours : cartes topographiques, cartes thématiques, schémas et croquis et autres documents cartographiques,

Objectifs pédagogiques :

- Assimiler le langage et la sémiologie cartographique,
- Maîtriser la lecture et l'utilisation des cartes et documents graphiques.

1-Aperçu historique :

L'apparition de la cartographie remonte à l'antiquité, environ 3500 avant notre ère (avant J-C). Les peuples de la Mésopotamie utilisent les tablettes d'argile comme support de documentation et représentation de leurs activités économiques tels que : le foncier, l'agriculture, le transport, la navigation maritime, reconnaissances des rivages, ports et villes portuaires. Avec l'évolution de l'astronomie grecque, les Grecs établissent les premiers planisphères terrestres.

Les Romains améliorent les techniques de représentation graphique et cartographique à travers les plans et cartes de leurs chantiers de génie civil. Les cartes des routes, d'aqueducs et plans des villes en Afrique du Nord (Algérie) témoignent l'ère fleurissant de la cartographie romaine. Les Romains maîtrisent les métiers de la ville. Ils maîtrisent l'édification des ouvrages militaires, les citadelles, les lieux de surveillance. Lors de la construction de l'empire, les Romains dressent les premiers plans du tracé urbain orthogonal « le plan en quadrillage » qui est inspiré du tracé du camp militaire. Ils développèrent les systèmes d'irrigation et d'approvisionnement en eau potable pour les villes (aqueducs de Nîmes en France). La cartographie devient un outil de planification urbaine et de maîtrise territoriale.

Vers l'an 800 après (J-C) et pendant l'expansion de l'Islam, les musulmans configurent le monde une autre fois théologiquement et économiquement en modernisant les cartes de navigation maritime. La cartographie se développe, précisément, avec les travaux d'El Idrissi vers (XII). Il a mis les premières notions d'une cartographie d'utilisation. Les Espagnols et les Portugais par les voyages de Christophe Colomb et de Magellan développèrent ce qu'on l'appelle aujourd'hui, la cartographie planétaire. Délos, la cartographie devient un outil de colonisation, d'occupation, de tuerie et de fusion de sang à travers le monde. Dès le (XIX) siècle, la cartographie s'est améliorée grâce au progrès scientifique du mathématicien Lambert qui a inventé la projection conique tangente. La cartographie se développe avec l'apparition des méthodes de représentation du relief par hachurage, puis par les courbes de niveau. La célèbre carte d'Etat-Major est née. En ce moment, les Français développèrent une carte topographique à l'échelle 1/80.000.

En Algérie ce sont les français qui ont établi la carte topographique Algérienne pour des raisons, bien entendu, d'occupation et de colonisation. Aujourd'hui, la cartographie Algérienne est un outil d'assistance et d'aide à la décision dans les tous les domaines stratégiques, tels que l'aménagement, la planification et de sécurité de territoire. Actuellement, on dispose un bon nombre de cartes topographiques et thématiques

avec différentes échelles : 1/500.000, 1/200.000, 1/100.000, 1/50.000, 1/25.000.(IGN) puis (INC et INCT).

2-Définition de la carte : selon le petit Robert, le nom cartographie vient du lat. carta (carte) et graphie : technique de l'établissement, du dessin et de l'édition des cartes et plans.

- Une carte est une représentation géométrique, plane, simplifiée et conventionnelle de tout ou partie de la surface de la terre et cela dans un rapport de similitude convenable que l'on appelle l'échelle (JOLY, 1976, la cartographie).

- La carte est une représentation conventionnelle, plane d'une surface d'une partie du globe terrestre. La carte est dressée selon un système de projection donné. Elle est bien déterminée au point de vue mathématique. La carte un document très important au sens scientifique, économique et militaire ; à l'intérieur du cadre, la carte montre le phénomène ou le thème étudié par :

2.1-Les signes conventionnels :

La réduction de la vraie grandeur de la surface terrestre sur un format papier ou format numérisé nécessite l'utilisation des signes conventionnels afin d'en faciliter la lecture. Les signes conventionnels garantissent une lecture universelle. Ils assurent la différence entre les éléments représentés sur l'espace cartographié, de même elles distinguent les cartes par rapport aux autres moyens qui offrent l'image de la terre. Les signes conventionnels représentatifs du thème de la carte sont regroupés en cartouches, appelés légende, voir la légende de la carte topographique (voir la légende de la carte topographique et géologique de Redjas El Ferada 1/50.000), (voir la carte topographique de Bejaïa 1/50.000) et (voir les cartes topographiques d'El Milia et de Jijel 1/25.000).

2.2-L'échelle de la carte

Elle nous montre le nombre de fois de réductions des éléments de la carte. La réduction implique obligatoirement l'impossibilité de représenter tous les éléments qui se trouvent sur la surface du globe terrestre. La réduction nous oblige à recourir à choisir une échelle de représentation. Donc, l'échelle est un élément fondamental en cartographie (voir l'échelle de la carte topographique) [fig. n°26], [fig. n°36], [fig. n°40] et [fig. n°44].

L'échelle est un rapport entre une distance mesurée sur la carte et celle mesurée sur le terrain. Pour simplifier la lecture de la carte, le numérateur est ramené à 1 et on s'efforce de donner une valeur arrondie au dénominateur. Par exemple : pour l'échelle 1/25.000, 1 centimètre sur la carte équivaut à 25000 centimètres sur le terrain, soit 250 mètres. L'échelle nous montre le nombre de fois de réductions de la surface terrestre réelle à représenter. Une carte à grande échelle ne représente qu'un petit terrain d'un territoire. Avec une petite échelle ; on peut faire insérer un espace très vaste dans une carte.

2.3-La généralisation cartographique

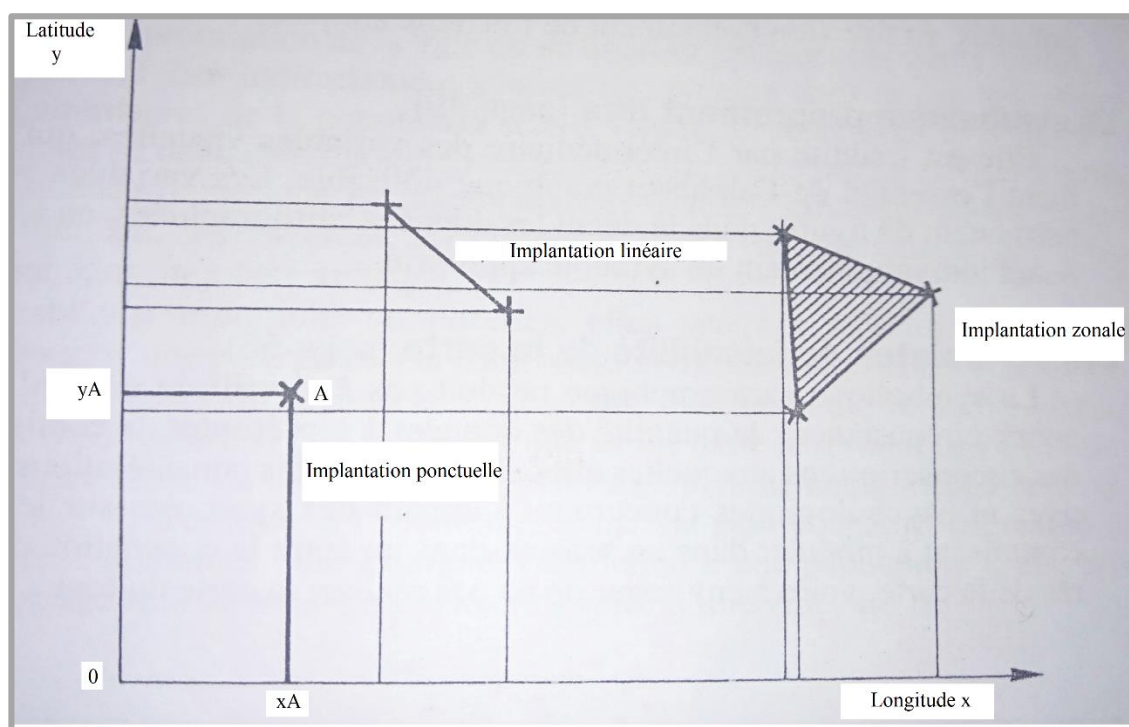
C'est une opération de synthèse nécessaire pour préciser la localisation et la représentation de la forme et les dimensions du relief et des éléments à représenter. La correspondance entre la carte et la surface du globe représentée par la carte est assurée par la base géodésique constituée par les points astronomiques, points de triangulation et les points de repère de nivellement. La généralisation cartographique c'est la réduction

cartographique des éléments à représenter selon une échelle choisie. Donc il est nécessaire de choisir, d'une part des phénomènes les plus importants et d'autre part les éléments caractérisant chaque phénomène à représenter. La généralisation cartographique consiste à simplifier, à schématiser les éléments de la symbolique élaborés à partir des documents cartographiques existants, topographiques ou thématiques.

2.3.1- Les étapes de la généralisation cartographique

2.3.1.1- L'implantation : c'est la manière de localisation des données sur la carte. Elle se fait par des coordonnées géographiques (méridiennes et parallèles). L'objet cartographique peut se définir en x (abscisses) y (ordonnée). L'importance de l'implantation cartographique est d'assurer la géolocalisation des phénomènes, à les géo-référencier, ce qu'on l'appelle parfois, la numérisation des informations cartographiques. Dans ce contexte on distingue trois types d'implantation :

- Implantation ponctuelle : le point défini par l'intersection de deux droites,
- Implantation linéaire : la ligne définie par au moins deux points,
- Implantation zonale : la zone (surface) est définie par au moins trois points non alignés, voir [fig. n°17] et [fig. n°18].

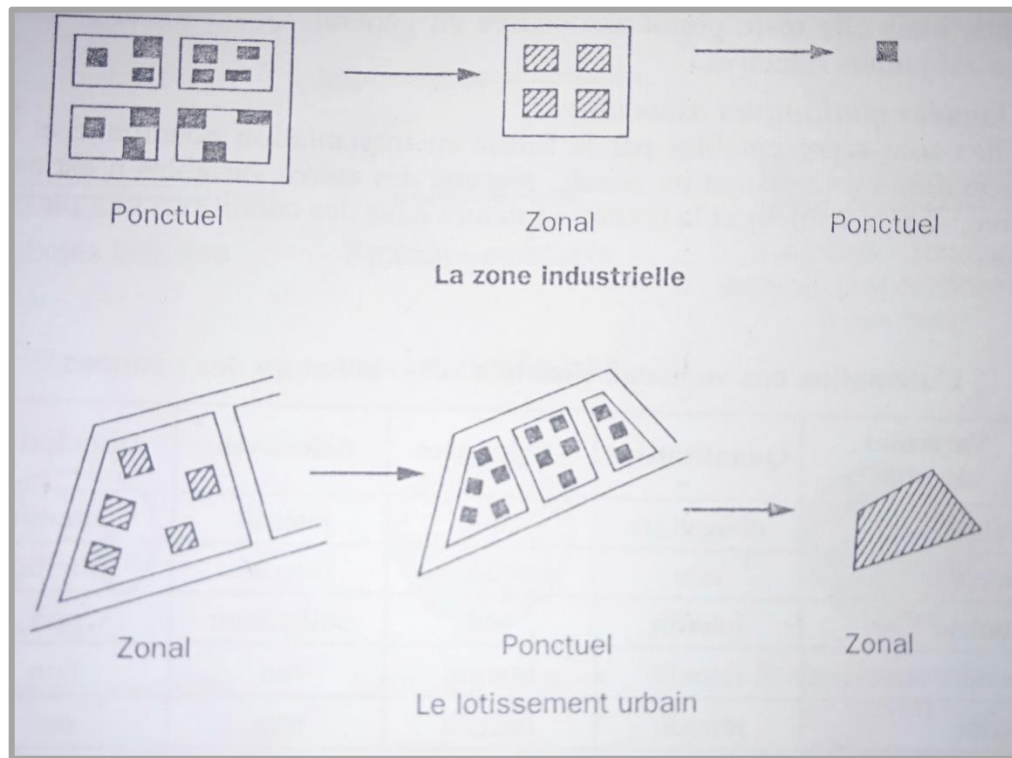


Source : livre de STEINBERG.J, Cartographie, SIG et télédétection, A. Colin, 2003.

fig. n° [17] Implantation ponctuelle, linéaire et zonale

2.3.1.2-La mise en place des données : la mise en place des données passe par la schématisation qui se réalise par la simplification des tracés des phénomènes naturels ou de l'humanisation de l'espace. Elle s'opère, généralement, par sélection minutieuse d'éléments à représenter. La généralisation cartographique sous l'effet de la contrainte réductrice de l'échelle implique des suppressions de certains détails. Dans ce cas-là :

- **La généralisation structurale** contribue lorsque la schématisation n'est pas trop accentuée. Un point reste un point, une ligne reste une ligne, une zone reste une zone.
- **La généralisation conceptuelle** : intervient en cas de forte schématisation concernant les éléments ponctuels et zonaux. Un ensemble de points peut évoluer en zone ou en ligne, une zone peu devenir un point (*pour aller plus loin voir le livre de STEINBERG.J, Cartographie, SIG et télédétection, édit., A. Colin, 2003*).



Source : livre de STEINBERG.J, Cartographie, SIG et télédétection, A. Colin, 2003.

Fig. n° [18] La généralisation ponctuelle et zonale

3- classement des cartes

a)- selon les échelles :

- Cartes à petites échelles : cartes des Atlas : 1/1.000.000, 1/5.000.000 1/10.000.000. Plus petit que cette échelle ce sont des planisphères.

- Cartes à moyennes échelles : ce sont des cartes comprises entre : 1/500.000 et 1/200.000 (cartes topographiques générales).

- Cartes à grandes échelles : les cartes topographiques 1/200.000 – 1/100.000 – 1/50.000 – 1/25.000
Quand l'échelle est plus grande que 1/25 000, les documents cartographiques deviennent des plans.

- Plans topographiques et ortho-photo-plans : 1/20.000 – 1/10.000 – 1/5.000
- Plans de situation (plans de détail) : 1/1000 – 1/500 – 1/100

b)- selon leurs contenances : cartes générales, représentation de tous les éléments qui se trouvent sur la surface de la terre. Cartes spéciales pour représenter certains éléments de phénomènes géographiques, physiques, sociaux et économiques. (Cartes thématiques).

c)- selon le territoire :

Planisphères – cartes des continents – cartes des pays – cartes des océans et mers.

d)- selon leurs destinations : cartes de navigation maritime – navigation aérienne – cartes touristiques...etc.

e)- selon les couleurs : - monochromes (noir et blanc), - polychromes (plusieurs couleurs).

4-Rétention et récapitulation : au (XIX) siècle, la cartographie devient un outil de colonisation et d'exploitation des peuples.

Conclusion : actuellement la cartographie est un moyen pour l'organisation et le développement des territoires.

4^{ème} cours : la base de la cartographie Algérienne

Support de cours : cartes de différents types et documents cartographiques divers

Objectifs pédagogiques :

- Maitriser les notions de coordonnées et de repères,
- Saisir l'importance du quadrillage géographique (Lambert et Mercator « UTM ») et kilométrique sur la carte de l'Algérie.

1- La projection LAMBERT (Algérie) : la projection (LAMBERT) est un système de représentation conique conforme. Les méridiens sont des droites concourantes au pôle. Les parallèles sont des cercles concentriques également au pôle. Cette projection est appliquée sur l'hémisphère nord. La majorité des cartes de l'Algérie ont été réalisées selon ce système de projection. On dit coordonnées et quadrillage kilométrique Lambert.

Au préalable on a le méridien de Greenwich qui passe non loin de la ville de Mostaganem (6 km). De même on a le méridien de Paris qui passe près de la ville de Tipasa (09 km).

LAMBERT a choisi la longitude 2° 42' est du Méridien international Greenwich (3gr.). Cette longitude passe à 0 gr.40' Est du méridien de Paris. Il en a pris comme longitude origine, tangente des axes ordonnés de son quadrillage kilométrique qui passe à 6 km environ de la ville de Koléa et à 23 km de la ville de Tipasa. Il lui a donné une valeur numérique absolue $X_0 = 500\,000$ m. Le quadrillage LAMBERT est kilométrique : un carré = 1000 m = 1 km.

a)- L'Algérie du Nord : la longitude choisie par la zone Nord et la zone sud est commune pour les deux zones. La latitude origine de la zone Nord du quadrillage kilométrique, tangente des axes (abscisses) de la zone nord de l'Algérie, est la latitude 40 gr. Nord et un point d'intersection avec la longitude Y (ordonnée). Ce point passe à 10 km environ de la ville de Boghar Il en a donné une valeur numérique absolue $Y_0 = 300\,000$ m. Cette valeur numérique permet de donner des coordonnées de n'importe quel point entre la latitude 40 gr. Nord et la latitude 37 gr. Nord. Distance qui ne dépasse pas les 300 000 m, le point le plus éloigné au Nord est le Cap Bougaroun près de la ville d'Annaba (134 km).

b)- L'Algérie du Sud : la latitude origine de la zone sud du quadrillage kilométrique, tangente des axes (abscisses) de la zone sud de l'Algérie, est de la latitude 37 gr. Nord et un point d'intersection avec la longitude Y (ordonnée). Le quadrillage de la zone sud est situé à 60 km environ au sud de Laghouat. Il en a donné une valeur numérique absolue $Y_0 = 300\,000$ m. Cette valeur numérique permet de donner des coordonnées situées le plus loin possible de la zone sud couverte par le quadrillage kilométrique Lambert, ou situées au nord de cette zone jusqu'à la latitude 40 gr. Nord car la distance entre le point le plus éloigné du Nord et la latitude 40 gr. Nord est égale à 300 000 m.

2- La projection MARCATOR TRANSVERSE UNIVERSEL (MTU) (Algérie) : une projection cylindrique conforme dont le canevas se présente sous forme d'une grille dont les méridiens et les parallèles se sont des droites qui se coupent orthogonalement. Le quadrillage géographique Mercator est une division du globe en

60 fuseaux en commençant de l'ouest vers l'est, la valeur de chaque fuseau est de 6° , ces fuseaux sont numérotés en allant vers l'Est de 01 à 60° en utilisant comme origine de départ la longitude 160° .

Les longitudes de chaque fuseau ont les valeurs suivantes : $3^\circ, 9^\circ, 15^\circ$ vers l'Est....

$3^\circ, 9^\circ, 15^\circ$ vers l'Ouest....

Le méridien international de Greenwich sert comme limite entre fuseau 30 et le fuseau 31, il est utile de rappeler que l'Algérie est couverte par le fuseau 30 (sa partie est), le fuseau 31 (sa totalité) ; le fuseau 32 (sa partie ouest) il y a une partie du territoire Algérien à l'extrême Sud du Sahara (ville de Tindouf) qui est couverte par le fuseau 29 (sa partie Est). Le globe terrestre est divisé en 20 zones (bandes latérales) :

10 zones latérales situées au Nord de l'Equateur jusqu'à la latitude 80° Nord.

10 zones latérales situées au Sud de l'Equateur jusqu'à la latitude 80° Sud.

La longueur de chaque zone est égale à 8° , chaque une d'elles est désignée par une lettre alphabétique, en commençant par la lettre B jusqu'à la lettre X. de la latitude 80° Sud à la latitude 80° Nord ont été exclu les lettres A et O ([pour aller plus loin consulter le catalogue descriptif des documents cartographiques de l'Algérie](#)).

3- Caractéristiques de la triangulation géodésique algérienne :

Le point fondamental de la triangulation algérienne est le point astronomique de VOIROL près d'Alger dont la position géographique est déterminée en 1875. Les coordonnées de ce point sont :

- Latitude : $40^\circ 8' 35,7''$ Nord

- Longitude : $0^\circ 7' 88,7''$ Est de Paris

L'Azimut de départ est celui de côté VOIROL---MELAB EL KORA dont la valeur est de $358^\circ 09' 03,24''$.

La base a été mesurée dans la région de Blida. Elle mesure 9999 m 624. En 1955 la détermination des bases de SABIAK et NAVARIN. L'ellipsoïde adopté fut celui de Clarke (1880), en 1955 adoption de l'« ellipsoïde international ». Le système de projection LAMBERT permet de passer des coordonnées géographiques aux coordonnées planes et rectangulaires.

Selon les données de l'Institut National de Cartographie et de la Télédétection (INCT- MDN) et le Centre de Recherches Astronomiques et Géophysiques (CRAG) ; le réseau géodésique Algérien se compose de :

- **Un réseau géodésique de 1er ordre** : nombre de points est de 450, distance entre les points (30 à 45 km),

- **Un réseau géodésique de 2ème ordre** : nombre de points 3291, distance entre les points (10 à 20 km) matériel utilisé théodolite (T3), observation de jour 08 à 16 tours d'horizon, précision planimétrique 10 à 20 cm. Altimétrie : nivellement géodésique au (T3) avec rattachement au Nivellement Général Algérien (NGA).

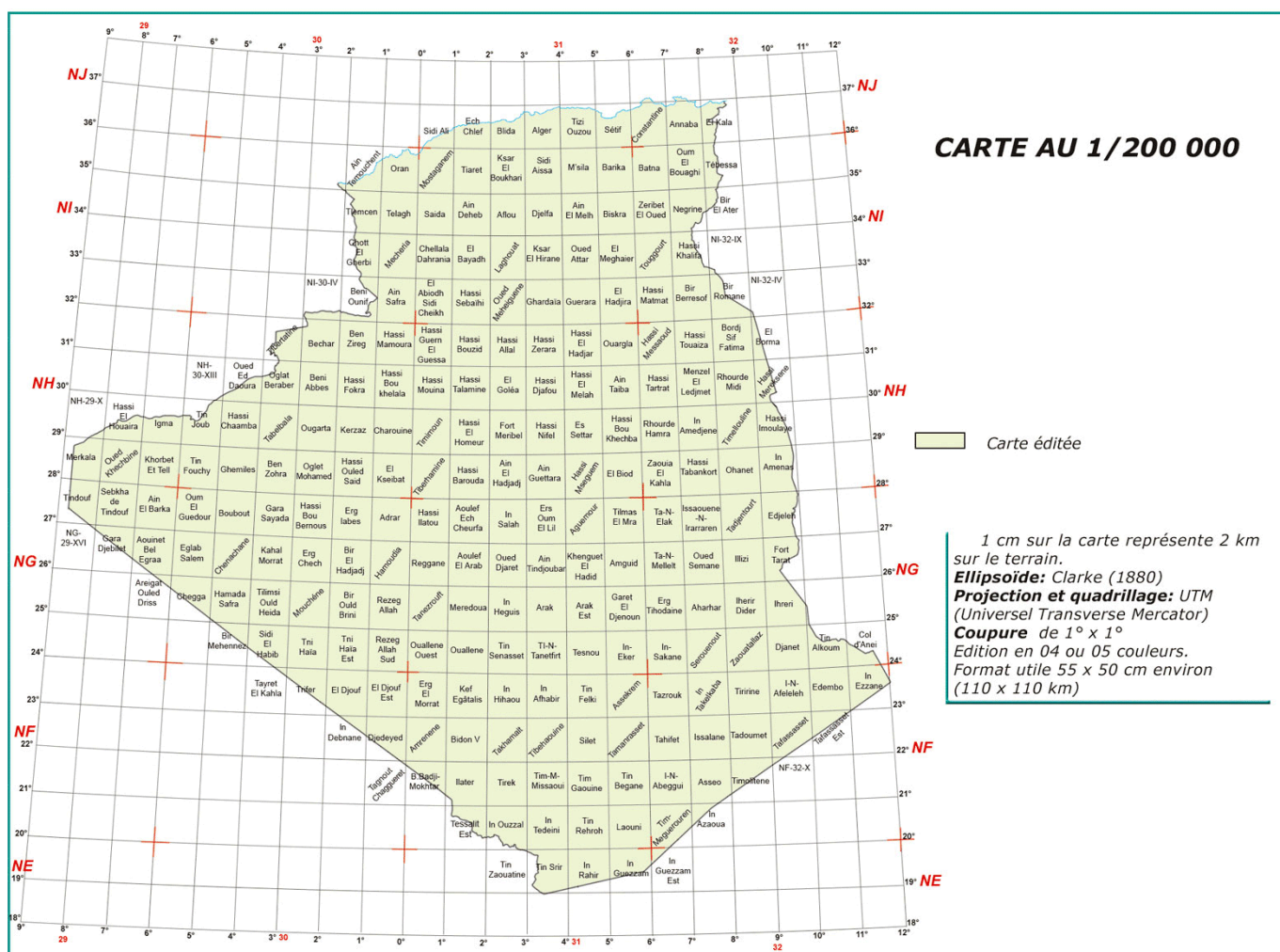
- **Un réseau de points Doppler** : points de réseau ADOS : nombre de points 08 puis 142 points (1980- 1990) précision 1 mètre

- **Un réseau de points GPS** : densification du réseau géodésique par le système de positionnement global (GPS) : le nombre de points est de 1290 (20 à 30 km). Durée d'observation 2 heures, logiciels : (Winprism,

Astech solutions, Trimble géomatics office), GNSS solutions, Orbites : radiodiffusées, Précision planimétrique=02 cm, Précision altimétrique =05cm (Documents des services de commercialisation de l'INCT-Alger 2020).

Exemple de cartes :

- cartes topographiques (Algérie) 1/200.000 : (UTM) ou (MTU) toute l'Algérie
- cartes topographiques (Algérie) 1/200.000 : (système Lambert) : Alger- Tizi-Ouzou –Bejaïa – Skikda – Sour El Ghazlane –Sétif –Constantine- Souk Ahras- Ain Oussara- Boussaâda- Batna –Khenchela- Tébessa- Djelfa- Ain Rich –Biskra –Zeribet El Oued- Bir El Ater- Laghouat- Messaad- Ourir- Bordj El Hamraia, voir [fig. n°19].



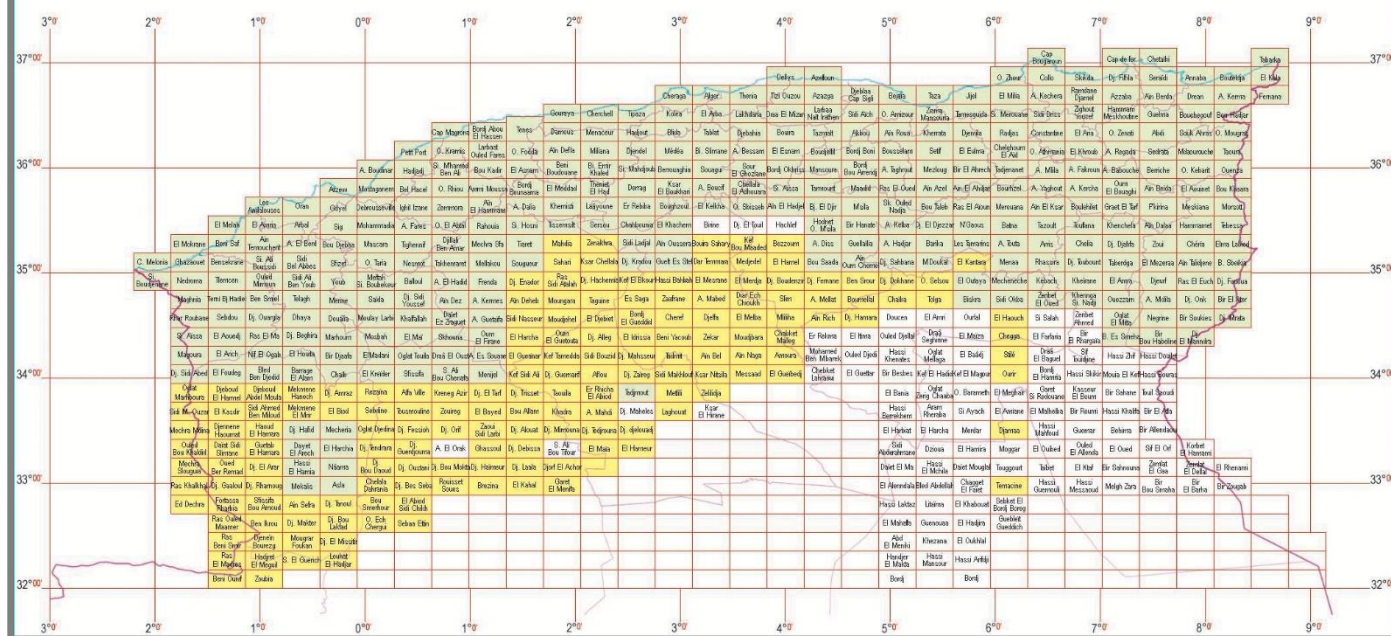
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [19] Algérie : cartes topographiques 1/200.000

CARTE AU 1/50 000 ancienne édition

Carte éditée en noir et blanc
Carte éditée en couleurs

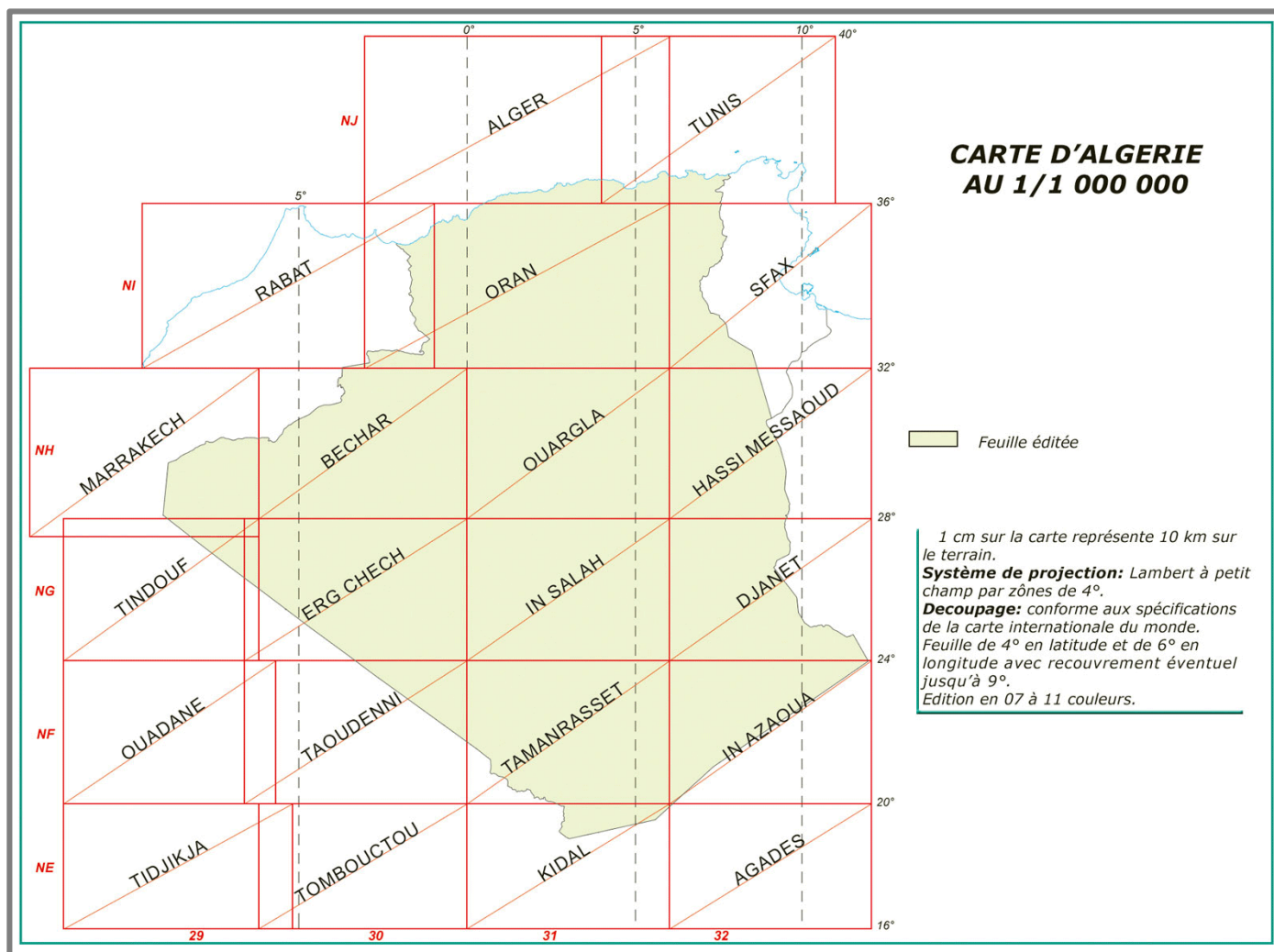
Origines: Levés directs sur le terrain, levés stéréotopographiques aériens complétés sur le terrain.
Ellipsoïde: Clarke (1880).
Projections: de Bonne (Mérédien de Paris)
Conique conforme de Lambert (en 2 zones: Nord et Sud Algérie). certaines cartes ont été éditées dans les deux projections.
Réseau géographique en grades (origine Paris)
Coupages rectangulaires: de 40x64cm (20x32km) quelle que soit la projection (Bonne ou Lambert)
Edition: soit impression variable de 01 à 07 couleurs.



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [20] Cartes topographiques 1/50.000

- Cartes topographiques (Algérie) 1/50.000 : l'Est algérien est couvert par 383 coupures à échelle 1/50.000 : Taza- Jijel- El Milia- Oued Zhor- Cap Bougaroun- Collo- Ain Kechera- Ziama Mensouria- Tamesguida- Sidi Merouan- Sidi Dris Kherrata- Djemila- Redjas El Ferrada-Constantine (coupures de la même région), voir [fig. n°20], [fig. n°21] et [fig. n°22].



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [21] Cartes topographiques d'Algérie 1/1.000.000

ORTHOPHOTOPLANS AU 1/5 000

Orthophotoplan classique (Manuel)

Orthophotoplan numérique

La feuille correspond au découpage cartographique au 1/50 000 (15'x30')

Document comparable à une carte topographique obtenue par la transformation des photographies aériennes originales avec mise à l'échelle exacte et présentant une image géométriquement exacte en chaque détail de la surface du sol.

Les courbes de niveau et la toponymie peuvent y figurer éventuellement.



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [22] Ortho-photo-plans 1/5.000

4- Rétention et récapitulation : l'Algérie détient un dispositif cartographique énorme qu'il faut le capitaliser au profit de la recherche scientifique, de l'économie et la sécurité du territoire.

Conclusion : la cartographie algérienne évolue avec l'introduction des moyens de numérisation cartographique.

5^{ème} cours : la carte topographique algérienne

- **Support de cours** : cartes topographiques de différents types et autres documents cartographiques

- **Objectifs pédagogiques** :

- Maîtriser la lecture du relief et les éléments naturels,

- Comprendre la logique et l'évolution spatiale en identifiant les éléments de l'humanisation de l'espace.

1-Définition : la carte topographique est une représentation précise de relief, le relief est figuré par les courbes de niveau qui relient tous les points qui sont situés à la même altitude. Elles nous apportent des renseignements exacts sur le relief, nom de lieux, réseau hydrographique, la dispersion de l'habitat et les voies de communication voir [fig. n°23] et [fig. n° 24].

2-Les éléments composants de la carte topographique :

1.1 - **Le cadre de la carte** : il se compose d'un cadre géographique et d'un cadre ornemental, voir [fig. n° 23].

Les cadres de la carte ont deux buts :

- a)- limiter la surface cartographiée et sert comme une échelle,
- b)- enjoliver la carte.

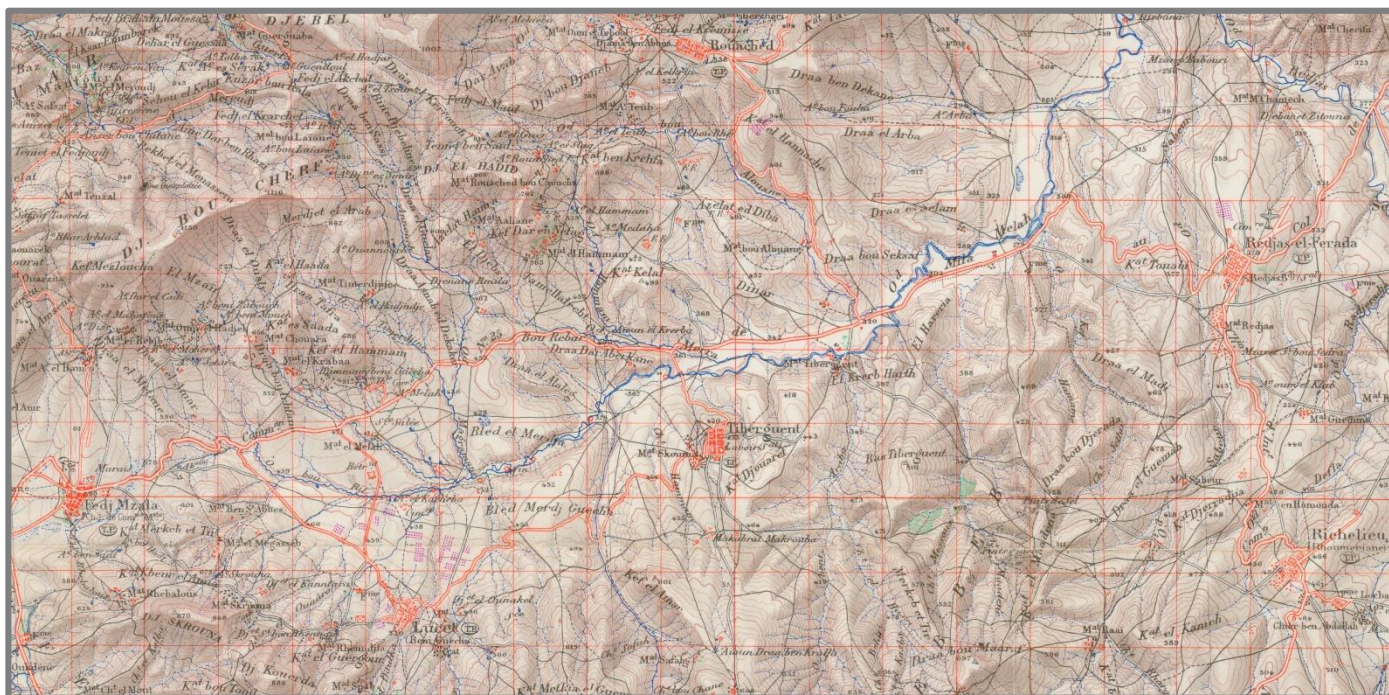
1.2 - Les éléments de l'intérieur du cadre de la carte topographique :

- a)- le quadrillage kilométrique : un réseau de rectangles pour calculer x et y.
- b)- les éléments de planimétrie : les éléments situés sur le terrain : voies de communication, forêts et autres éléments de surface.
- c)- les éléments d'altimétrie : les courbes de niveau :
 - courbes de niveau : principales ou maitresses
 - courbes de niveau : normales
 - courbes de niveau : intercalaires
 - les points de côtes, points altimétriques (sommets de collines ou de montagnes), voir [fig. n°24].

1.3- Les éléments de l'extérieur du cadre de la carte topographique :

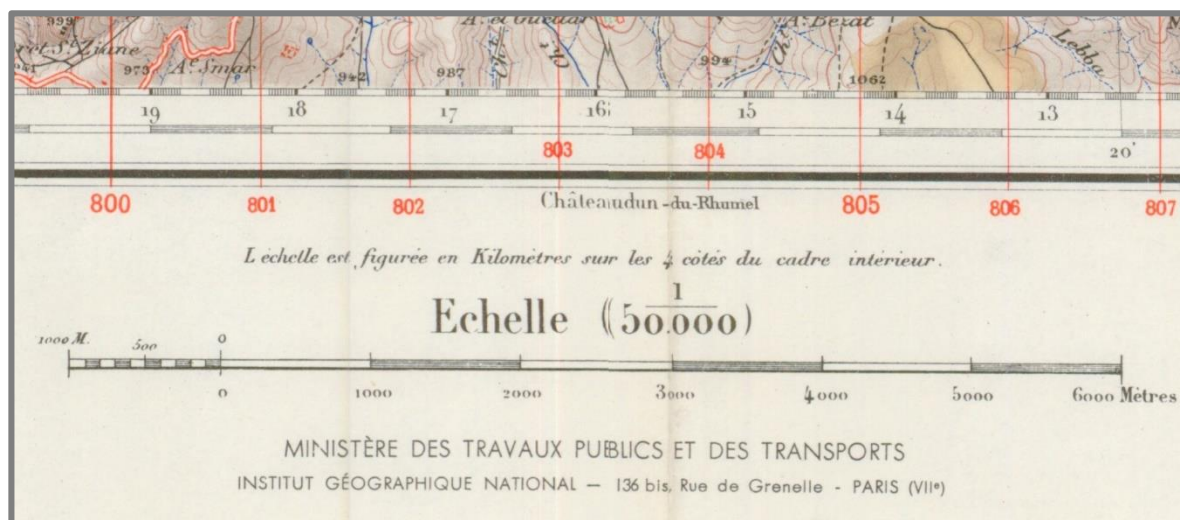
Le titre de la carte : il représente généralement le nom d'une agglomération importante, un relief ou un cours d'eau connu voir [fig. n°23].

- **L'échelle** : elle est marquée sur la marge sud de la feuille, voir [fig. n°25]. Elle est représentée sous trois formes :
 - **L'échelle numérique ou fractionnelle** : elle se présente sous forme d'une fraction $1/50.000$
 - **L'échelle graphique ou linéaire** : c'est une représentation graphique de l'échelle numérique. Elle nous offre la possibilité de déterminer la valeur de la distance réelle sur le terrain « D » et distance correspondante sur la carte « d » sans passage aux calculs.
 - **L'échelle directe** : elle indique directement la valeur correspondante sur terrain : on lit $1\text{cm} = 500\text{ m}$.



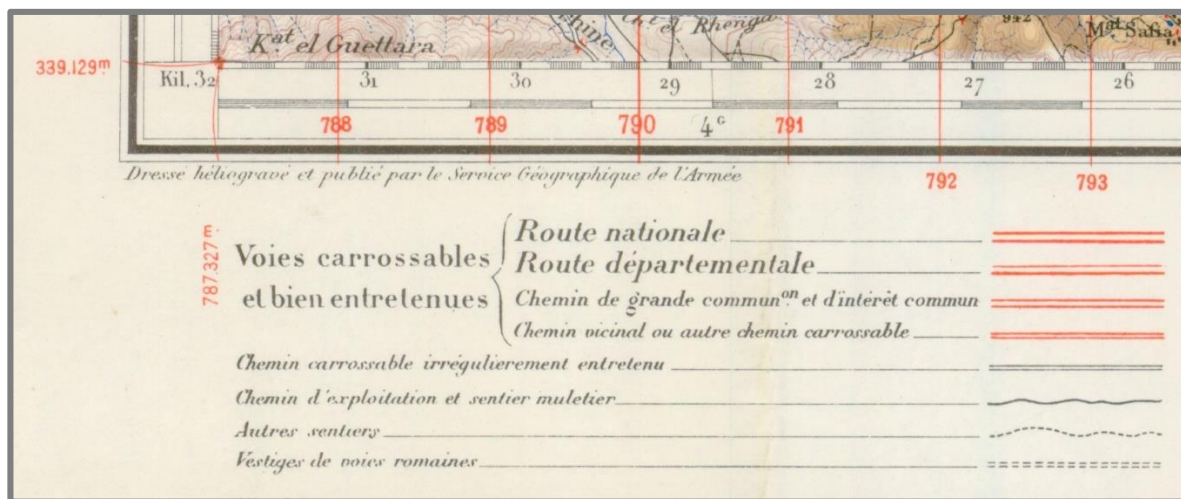
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [24] Une partie de la carte topographique REDJAS EL FERADA1/50.000



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [25] Echelle 1/50.000 et organisme de production



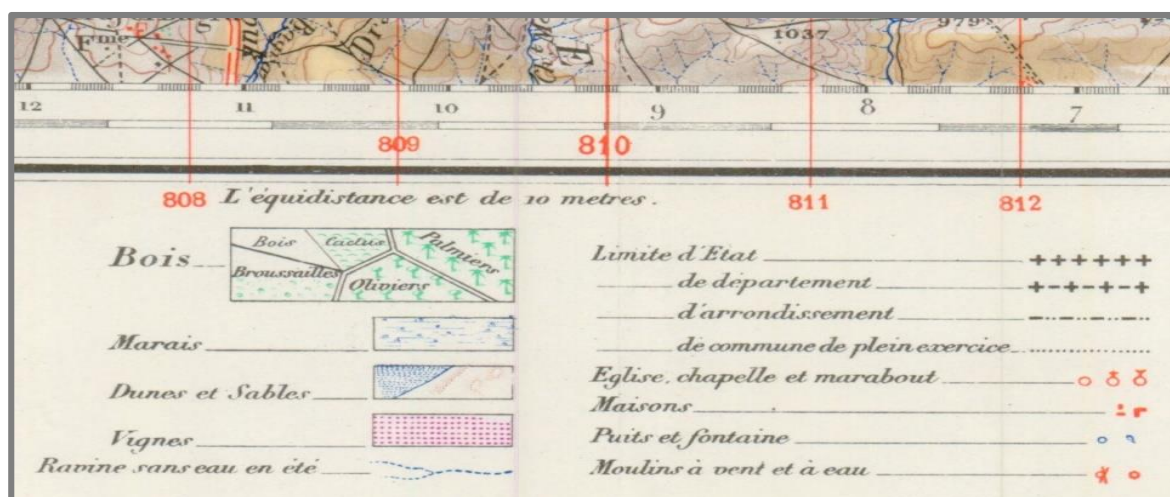
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [26] Une partie de la légende : routes et chemins, 1/50.000



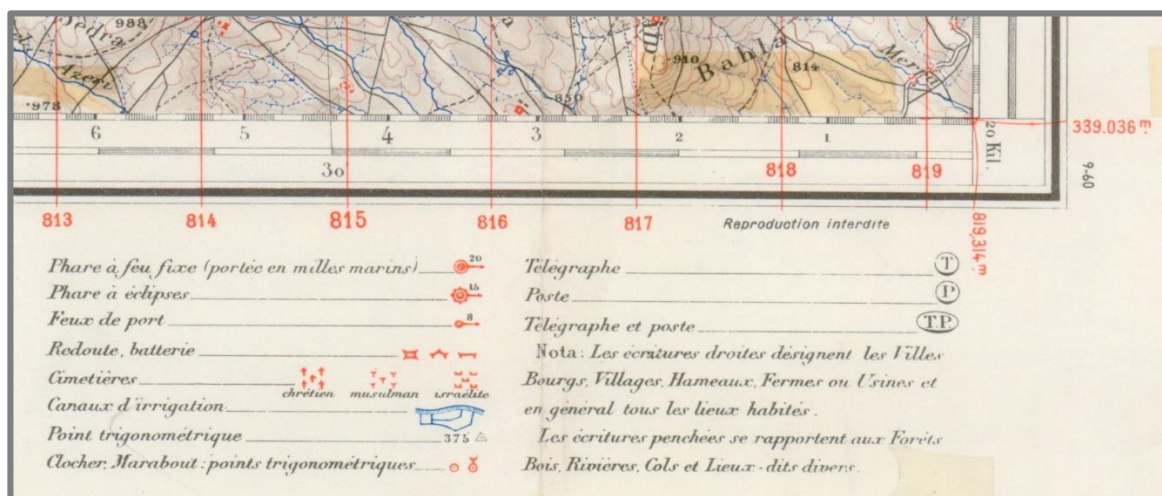
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [27] Une partie de la légende : chemins de fer et passages de rivière, 1/50.000



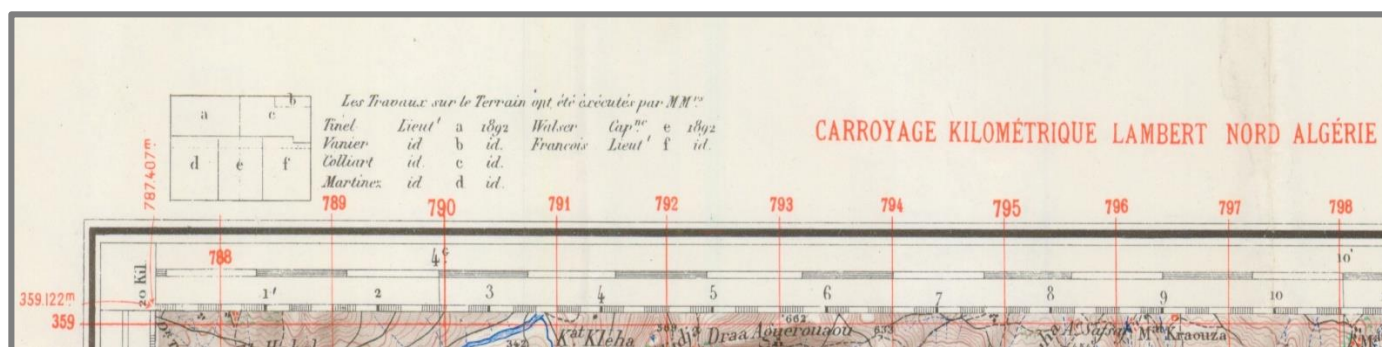
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [28] Une partie de la légende : divers signes conventionnels 1/50.000



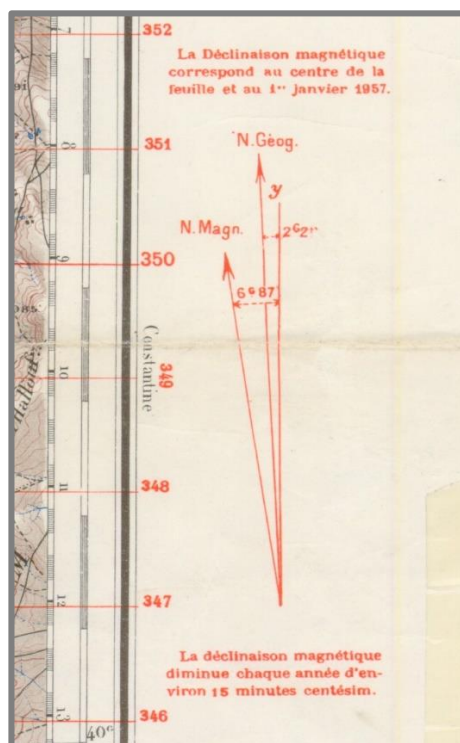
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [29] Une partie de la légende : divers signes conventionnels 1/50.000



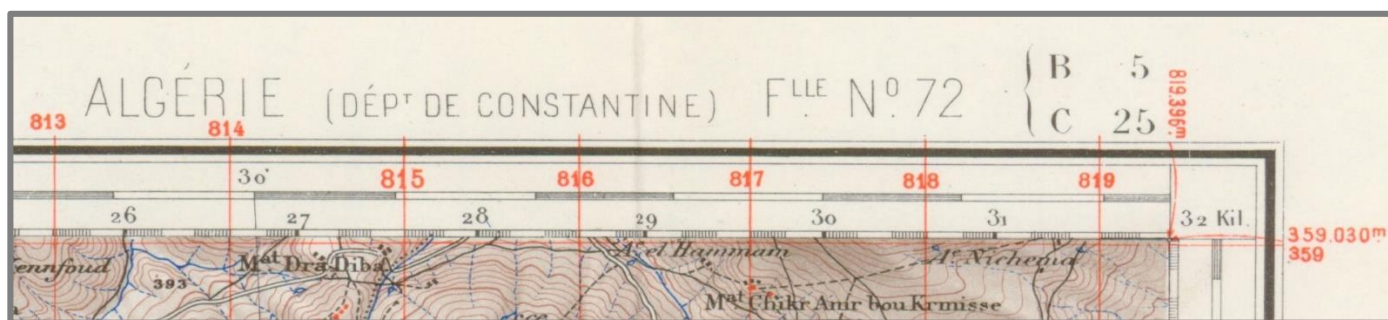
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [30] Carroyage kilométrique (Lambert NA)
et les noms des techniciens du travail de terrain



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [31] Déclinaison magnétique, indications du Nord (NM), (NG) et (y)



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

« 72 » est le numéro de la coupure dans le tableau d'assemblage de la carte topographique algérienne à échelle 1/50.000

fig. n° [32] Redjas El Ferada, feuille. n° 72

2ème exemple : Jijel : 1/ 25.000



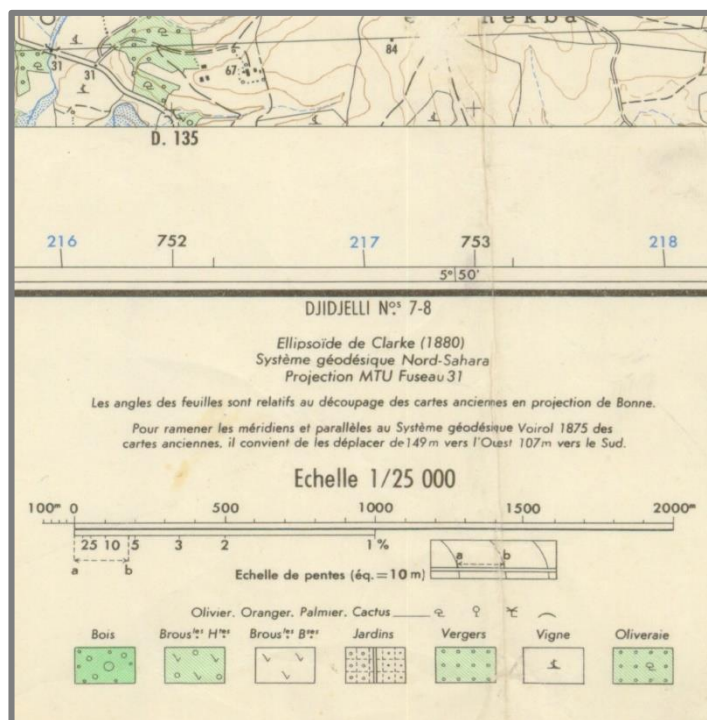
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [33] Le titre et le numéro de la coupure, 1/25.000



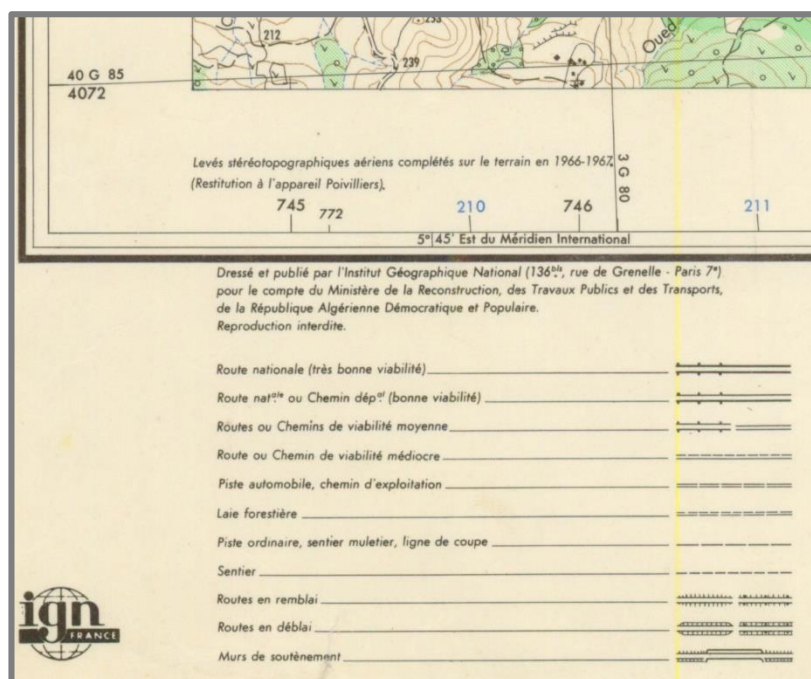
Source : Carte topographique 1/25000 (INCT) 2020

fig. n° [34] Jijel : la ville et ses alentours, 1/25.000



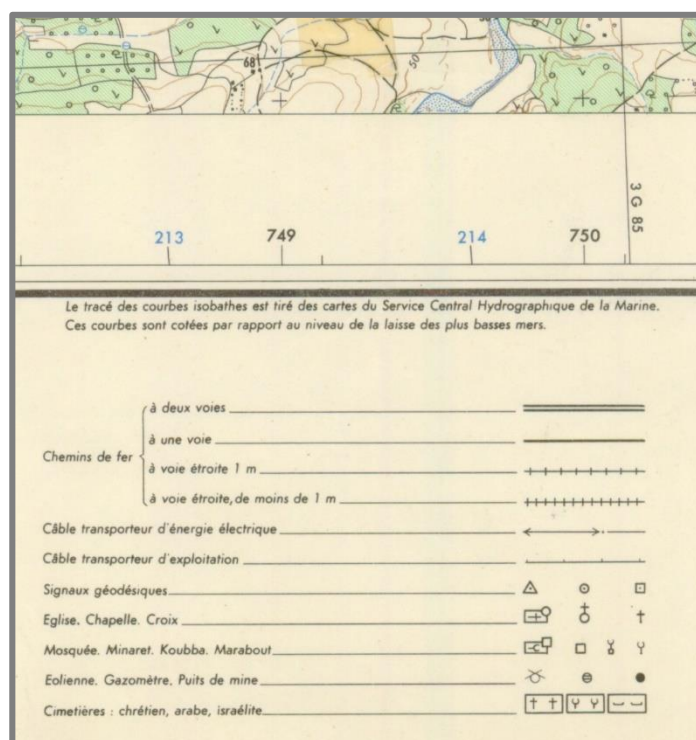
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [35] Partie de la légende : Bois et échelle 1/25.000



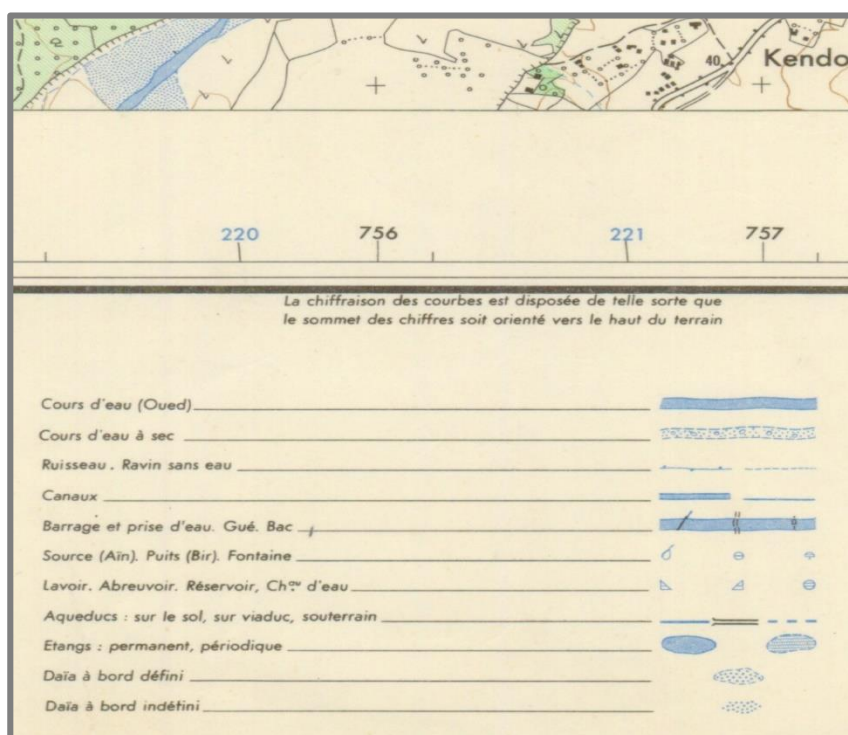
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [36] Partie de la légende : voies et passages plus logo du producteur



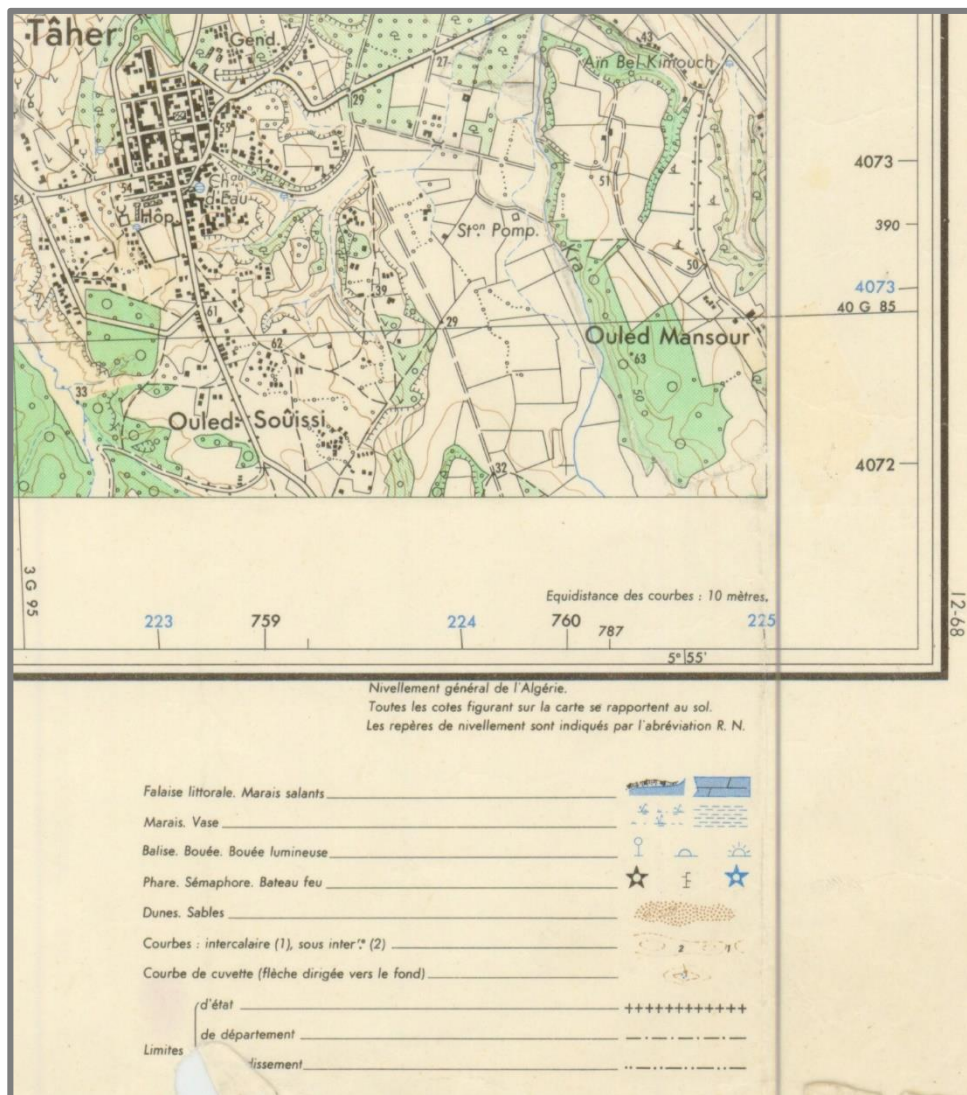
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [37] Partie de la légende : chemins de fer et signes conventionnels



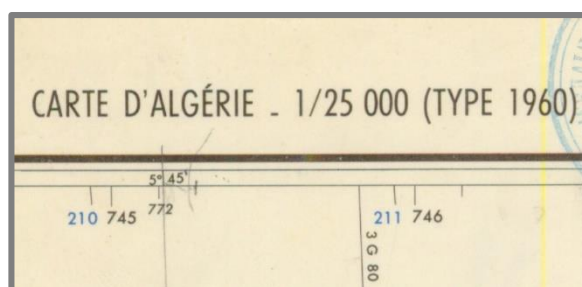
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [38] Partie de la légende : cours d'eau



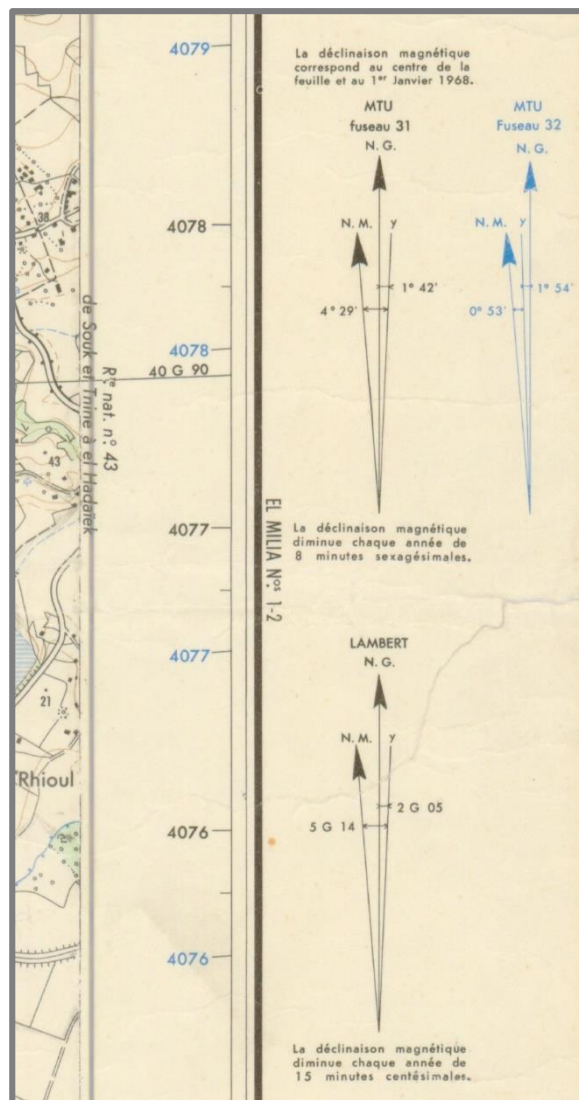
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [39] Partie de la légende limites et divers signes conventionnels



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [40] Indication de l'échelle et le type de carte



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

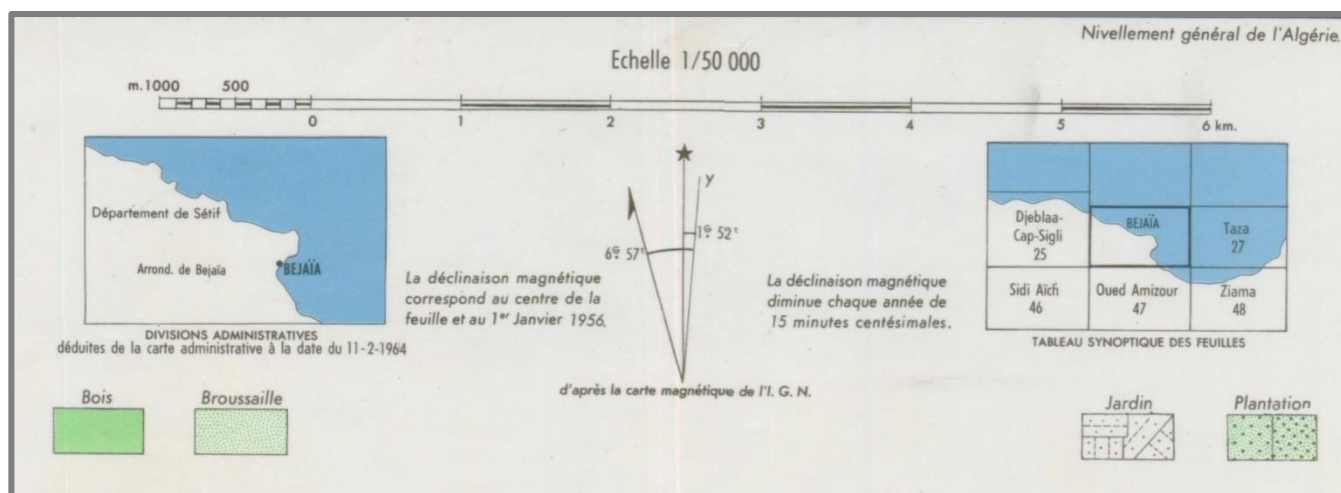
fig. n° [41] Déclinaison magnétique, indications du Nord (NM), (NG) et (y)

3^{ème} exemple : Bejaïa : 1/50.000



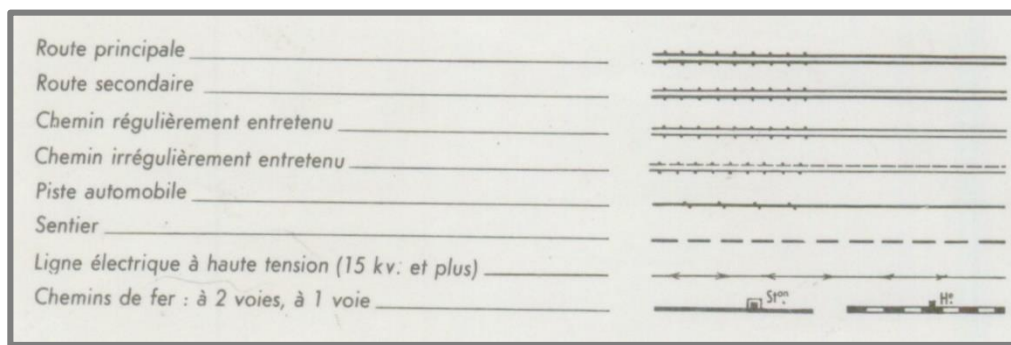
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [42] Bejaïa : la ville et ses alentours, éch.1/50.000



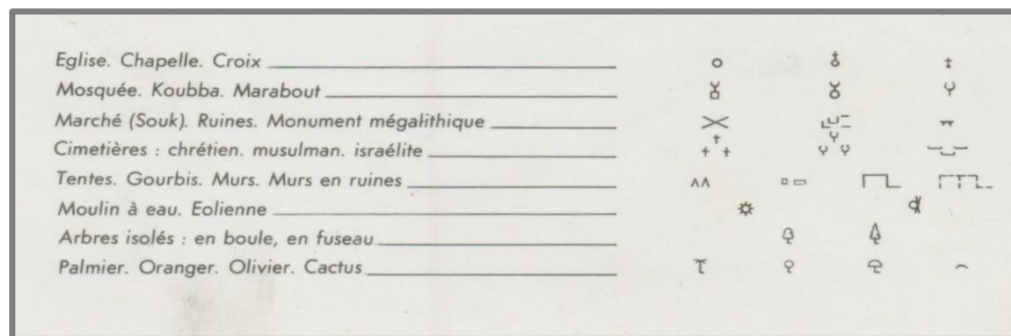
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [43] Bejaïa : une partie de la légende plus l'échelle 1/50.000



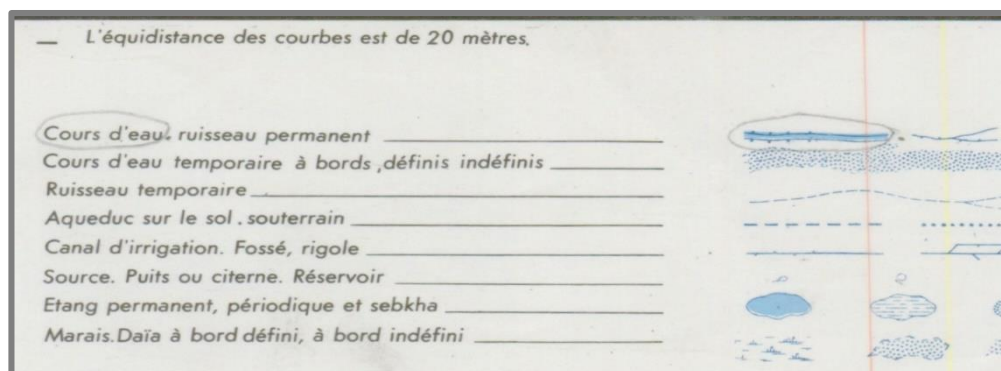
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [44] Une partie de la légende : voies et chemins



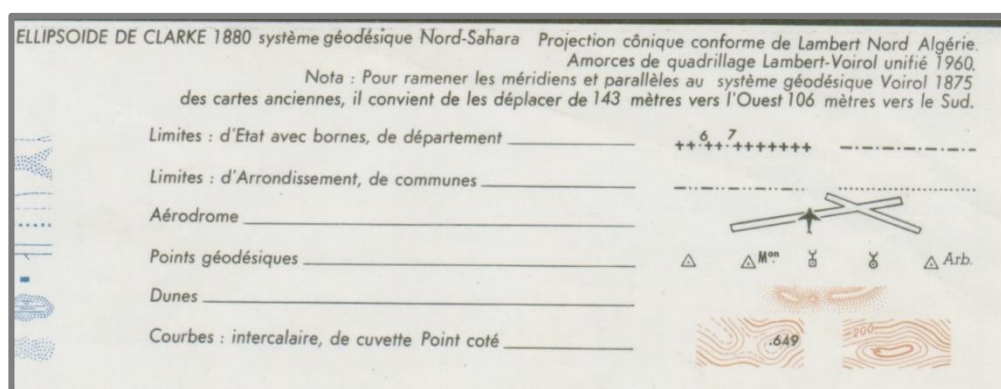
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [45] Une partie de la légende : divers signes conventionnels



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

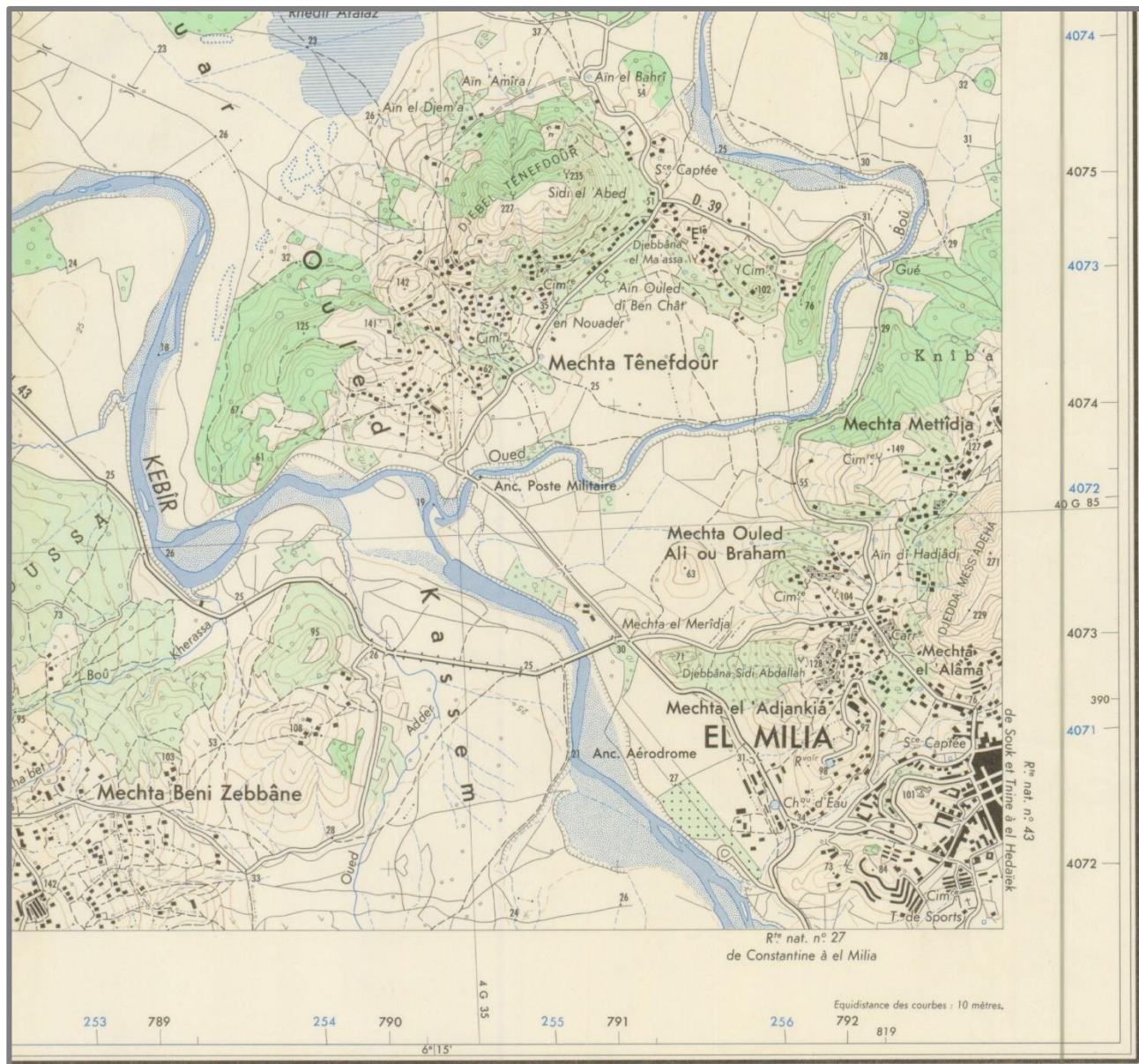
fig. n° [46] Une partie de la légende : divers signes conventionnels



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

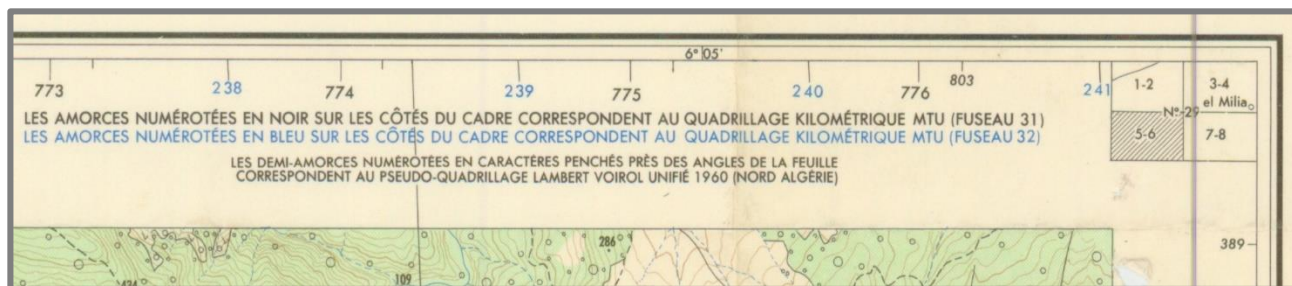
fig. n° [47] une partie de la légende : divers signes conventionnels

4^{ème} exemple : El Milia : 1/25.000



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [48] El Milia : la ville et ses alentours, éch.1/25.000



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [49] La coupure 5-6 : projection (MTU Fuseau 31) en Noir, projection (MTU Fuseau32) en Bleu

2- Récapitulation

1^{er} exemple : Redjas El Ferada : 1/50.000

- le titre de la carte topographique se trouve à l'extérieur des cadres, voir [fig. n°23]
- une partie de la carte topographique Redjas El Ferada 1/50.000, voir [fig. n°24]
- échelle de la carte et organisme de production, voir [fig. n°25]
- une partie de la légende : routes et chemins, voir [fig. n°26]
- une partie de la légende : chemins de fer et passages de rivière, voir [fig. n°27]
- une partie de la légende : divers signes conventionnels, voir [fig. n°28]
- une partie de la légende : divers signes conventionnels, voir [fig. n°29]
- carroyage kilométrique (Lambert NA) et les noms des techniciens du travail de terrain, voir [fig. n°30].
- déclinaison magnétique, indications du Nord (NM), (NG) et (y), voir [fig. n°31]
- le numéro de la coupure dans le tableau d'assemblage, voir [fig. n°32].

2^{ème} exemple : Jijel : 1/ 25.000

- Le titre, voir [fig.n°33]
- Une partie de la carte : la ville et ses alentours, voir [fig.n°34]
- une partie de la légende : l'échelle et signes conventionnels de surface, voir [fig.n°35]
- une partie de la légende : voies et passages, voir [fig.n°36]
- une partie de la légende : chemins de fer et signes conventionnels, voir [fig.n°37]
- une partie de la légende : eau et cours d'eau, voir [fig.n°38]
- une partie de la légende : limites et divers signes conventionnels, voir [fig. n° 39]
- Type de carte, voir [fig.n°40]
- déclinaison magnétique, indications du Nord (NM), (NG) et (y), voir [fig. °41].

3^{ème} exemple : Bejaïa : 1/50.000

- Bejaïa : la ville et ses alentours, éch.1/50.000, voir [fig.n°42]
- Bejaïa : une partie de la légende plus l'échelle 1/50.000, voir [fig. n°43]
- une partie de la légende : voies et chemins, voir [fig. n°44]
- une partie de la légende : divers signes conventionnels, voir [fig. n°45]
- une partie de la légende : divers signes conventionnels, voir [fig. n°46]
- une partie de la légende : divers signes conventionnels, voir [fig. n°47].

4^{ème} exemple : El Milia : 1/25.000

- El Milia, la coupure 5-6 : la ville et ses alentours, éch.1/25.000, voir [fig. n°48]
- en Noir projection (MTU Fuseau 31), en Bleu projection (MTU Fuseau32), voir [fig. n°49].

6^{ème} cours : la carte géologique algérienne

- **Support de cours** : cartes topographiques et cartes géologiques

- **Objectifs pédagogiques** :

- Se familiariser avec langage du domaine de la géologie,
- Comprendre l'importance scientifique et les finalités économiques de la réalisation de la carte géologique,
- La carte géologique, un outil pour l'optimisation de l'organisation des espaces et des territoires.

1- Définition : la carte géologique est une carte thématique. Elle représente des couches de roches qui affleurent à la surface sur un fond de carte topographique. Les couches géologiques sont désignées par des notations. En effet, une carte géologique est utilisable si elle permet de comprendre la structure géologique d'une région.

La carte géologique est un document d'étude et de travail qui concerne plusieurs domaines : géologie, géographie, hydrologie, agronomie, travaux publics, recherches et exploitation de gisements de mines et des couches renfermant ressources d'énergie fossile (pétrole et gaz et charbon).

La carte géologique est une représentation sous forme de plages de couleurs des couches de roches affleurées ou celles qui se trouvent, en sous-sol, proche de la terre arable. Les informations géologiques sont superposées sur un fond topographique (carte topographique, échelle 1/50.000). La carte géologique couvre une superficie de 20 km sur 25 km.

Etablissement de la carte géologique se fait par : visites sur le terrain, collecte des données des travaux géologiques anciens, études de topographie de terrain, analyse et décryptage de la photographie aérienne et de l'imagerie satellitaire. Chaque carte géologique a sa propre notice explicative. Une notice que l'on rédige simultanément en visitant terrain.

2- Les terrains :

2.1- roches sédimentaires : arrangées en couches ou en strates. Les couches élémentaires sont groupées et affectées d'une même couleur. Le sommet d'une couche est appelé le **toit**, sa base est le **mur**. Les **contours** de la couche limitent leur **affleurement**. Les couches parfois ne peuvent être continuées, elles se terminent en **biseau** lorsque le toit et le mur se rejoignent. Si une couche se termine de d'une manière inattendue on peut dire qu'il s'agit d'une **lentille**.

La science qui étudie les couches géologiques (couches rocheuses) s'appelle la stratigraphie. La stratigraphie est l'étude des couches et leurs relations normales selon :

- le principe de superposition : loin d'effets tectoniques, les couches sont superposées, la plus élevée est la plus récente.
- le principe de continuité : la couche a le même âge dans tous les terrains et dans toutes les régions et dans toutes les cartes géologiques.

- le faciès : le faciès est l'ensemble des caractéristiques pétrographiques et paléontologiques des roches. Rappelons que les conditions de dépôt doivent être prises en compte.
- la colonne stratigraphique est la représentation verticale de la succession, de la nature et de l'épaisseur des couches.

2.2- roches métamorphiques : le métamorphisme rocheux est la transformation de roches préexistantes, sédimentaires ou éruptives sous des influences endogènes : température et pressions des mouvements tectoniques, dans ce contexte, on note :

- Un métamorphisme de contact : c'est-à-dire une transformation des terrains en contact avec un massif de roches éruptives.
- Un métamorphisme régional : là où les pressions et les températures jouent un rôle très important en ce qui concerne ce genre de métamorphisme. Ceci généralement, donne les micaschistes et les gneiss.

2.3- roches magmatiques : des roches originaires de la profondeur :

- Les batholites : des massifs en forme de coupole,
- Les filons : des intrusions en formes de lames étroites et étendues.

3- plis et failles : les forces tectoniques peuvent déformer la forme horizontale des couches en donnant des plis (déformation souple avec des matériaux tendres). Les couches se cassent en donnant des failles (déformation avec des matériaux solidifiés).

4- Les notations (indices) : arrangée en caissons, la notation représente la nature des roches. Elle a pour rôle de faciliter le repérage des couches rocheuses et leurs faciès, c'est-à-dire, elle nous facilite la lecture de la nature des roches. l'ordre d'arrangement des caissons nous indique l'ordre chronologique et la manière de superposition des couches géologiques, les terrains et de roches. La légende de la carte géologique renferme ainsi des symboles et les signes conventionnels qui correspondent à des informations localement indiquées et/ou montrées : pendage des couches, sources ou contacts anormaux. Des coupes explicatives et des cartes à petites échelles dites de la schématisation structurale qui peuvent accompagner la carte géologique (exemple : la carte géologique Redjas El Ferada). Conformément à l'histoire géologique, les terrains ou (les formations géologiques) sont décrits selon leur ordre naturel, du bas en haut, ce qui veut dire que la lecture des formations de la carte géologique se font de bas en haut, c'est-à-dire du plus vieilles aux plus récentes. La notation utilise des lettres qui rappellent la nomenclature des divisions stratigraphiques. Chaque lettre est accompagnée d'un exposant, qui permet de subdiviser les ensembles désignés par la lettre (**Guide de lecture des cartes géologiques de la France**).

5- Rétention et récapitulation : habituellement, l'établissement de la carte géologique se fait sur le terrain par un groupe de chercheurs.

Conclusion : généralement les cartes géologiques se réalisent pour des raisons économiques.

Une séance de consultation de la carte géologique algérienne : la carte de Redjas El Ferada 1/50.000

1- Consultation exhaustive de la carte,

2- Essai de se familiariser progressivement avec la carte géologique, principalement avec sa légende et sa notice explicative, voir [fig. n° 50], [fig. n°51], [fig. n°52], [fig. n°53], [fig. n°54] [fig. n°55], [fig. n°56] [fig. n°57] et [fig. n°58].

- Le titre généralement est un nom d'une région ou un nom d'un relief ou d'une agglomération (un établissement humain).
- La carte géologique est un espace cartographié sur la base d'un fond topographique de la même échelle.
- Des couleurs qui représentent les affleurements des couches géologiques terrestres.
- Des contours dits géologiques qui montrent l'étendue des couches (formations géologiques).
- Des plissements et des failles caractérisant les formations sédimentaires.
- Contacts, pendages et charnières qui expliquent la nature des mouvements tectoniques
- Des signes conventionnels facilitant l'étude et la lecture de la carte géologique.

a)- Signes conventionnels :

Contacts normaux :

- limite d'affleurement visible,
- limite cachée d'affleurement

Contacts anormaux :

- contact anormal : - visible - caché
- faille : - visible - cachée

Pendages

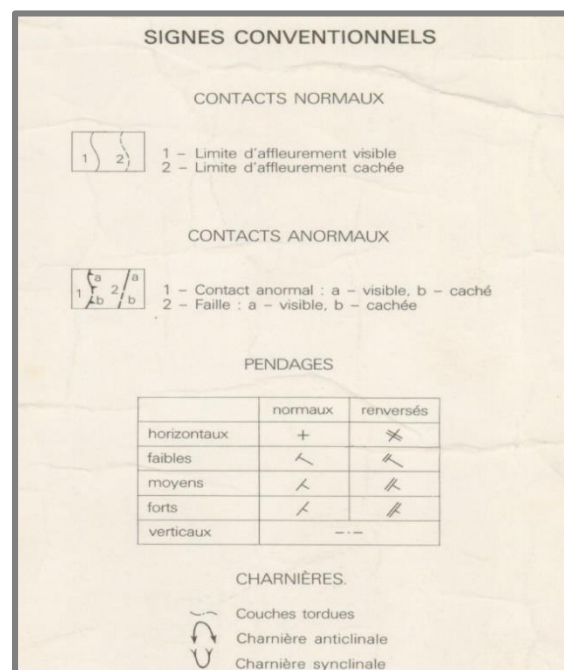
Normaux et renversés :

- Horizontaux
- Faibles
- Moyens
- Forts
- Verticaux

Charnières :

- couche tordue

- charnière anticlinale
- charnière synclinale



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [50] Partie de la légende : signes conventionnels

b)- les coupes géologiques explicatives : les coupes nous facilitent la lecture du terrain. Elles nous aident à interpréter les conditions de formation des phénomènes géologiques, géomorphologiques et topographiques.

c)- Schéma structural simplifié : une représentation cartographique de la structure géologique de la région, avec une forte généralisation du contenu de la carte .une forte généralisation de la notation. Dans le schéma structural simplifié, les coupes interprétatives sont indiquées.

Les coupes interprétatives au 1/50.000

Terrains sédimentaires :

Quaternaire

Mio- Pliocene

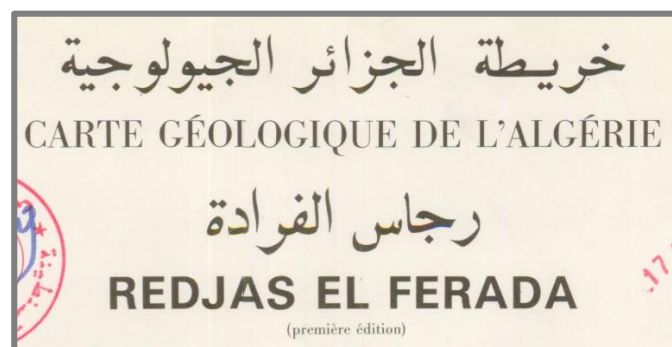
Nappe de flysch

Nappes telliennes :

- Nappe de Djemila
- Nappe Péni-tellienne des fenêtres de Boucheref-Ouakissène et d'Ahmed Rachedi

Autochtone relatif de la fenêtre de la Coudiat Touarcha

Trias exotique



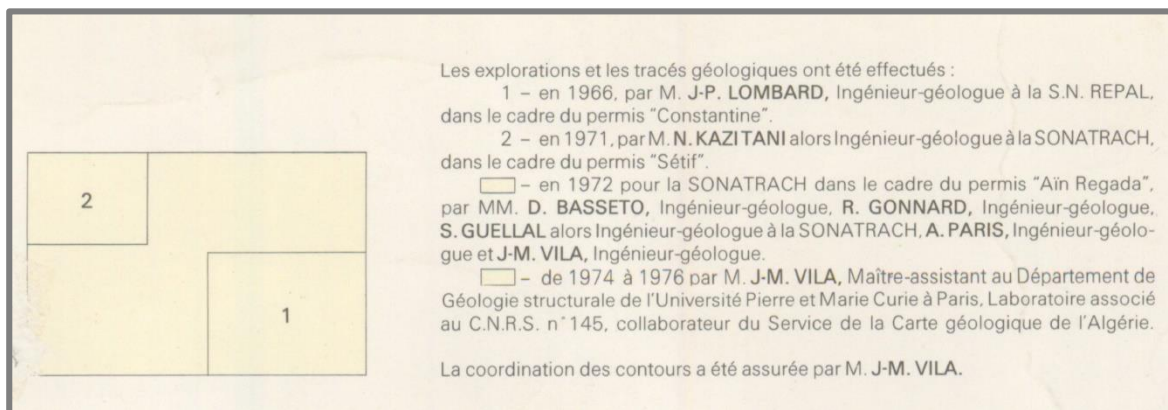
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

Fig. n° [51] : REDJAS EL FERADA : carte géologique 1/50.000



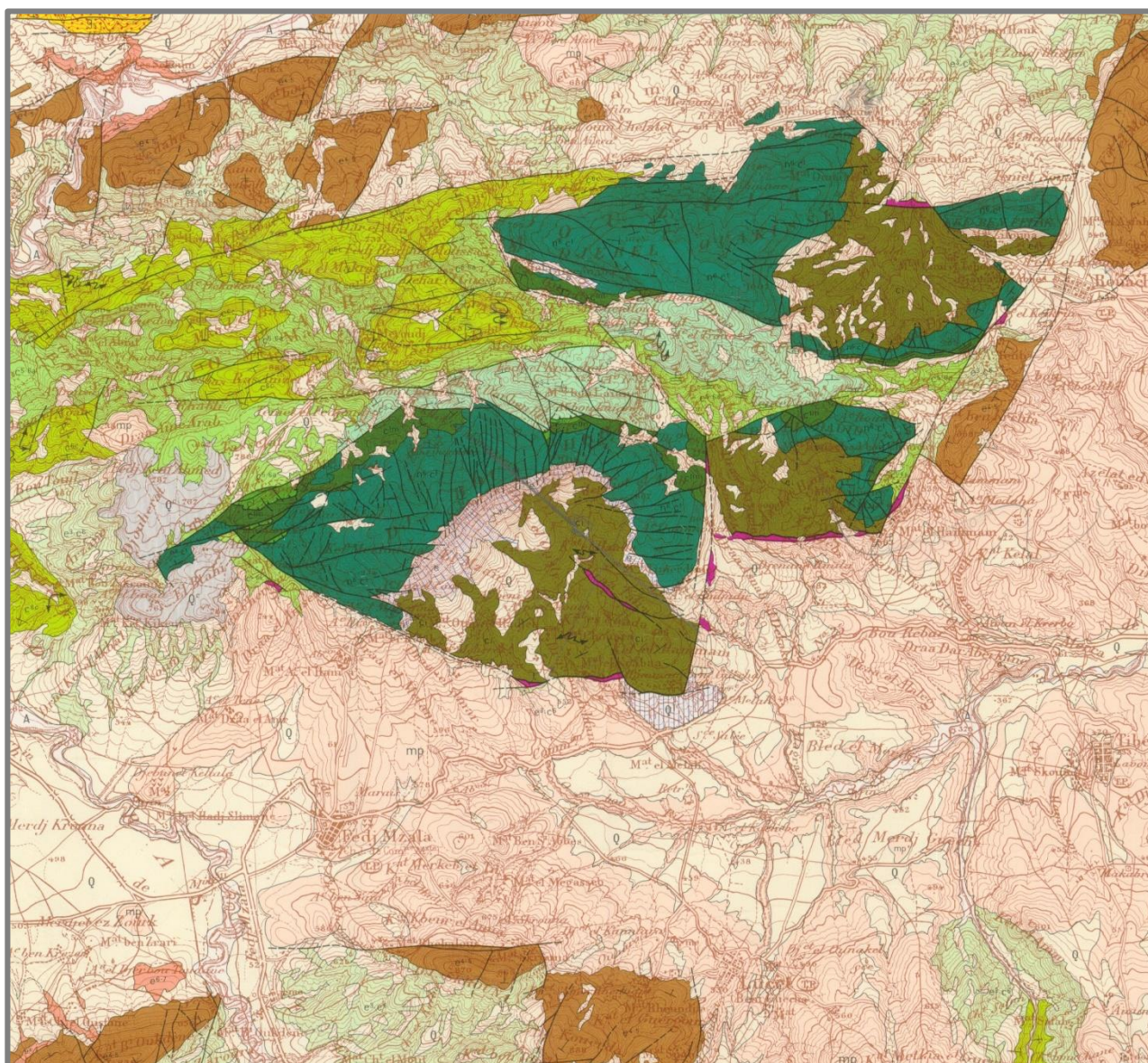
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [52] La tutelle et équipe de production de cette carte



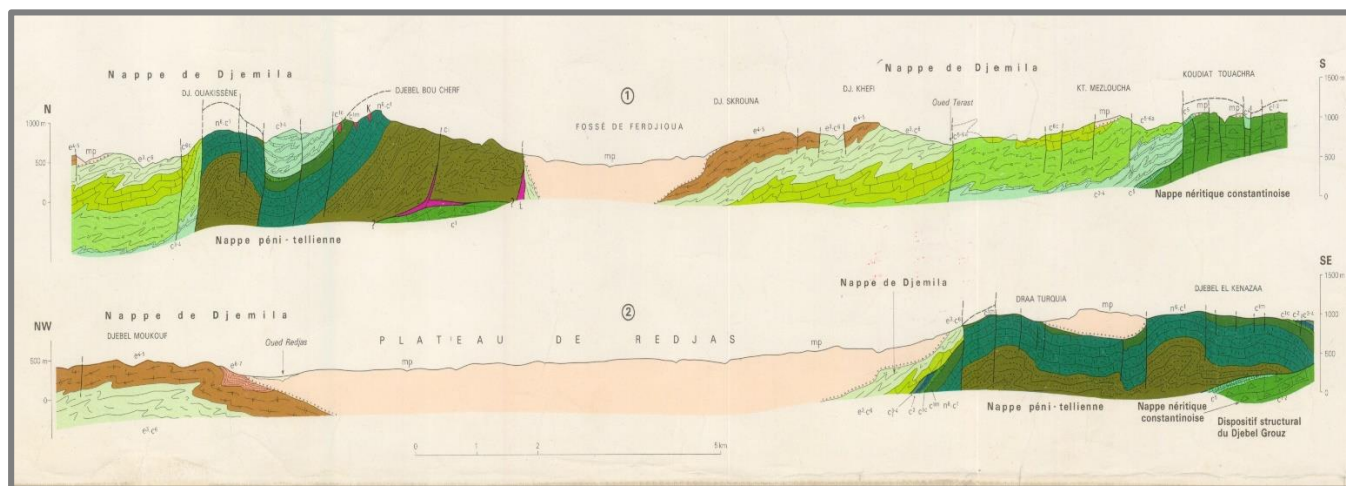
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [53] REDJAS EL FERADA (Algérie) : carte géologique 1/50.000



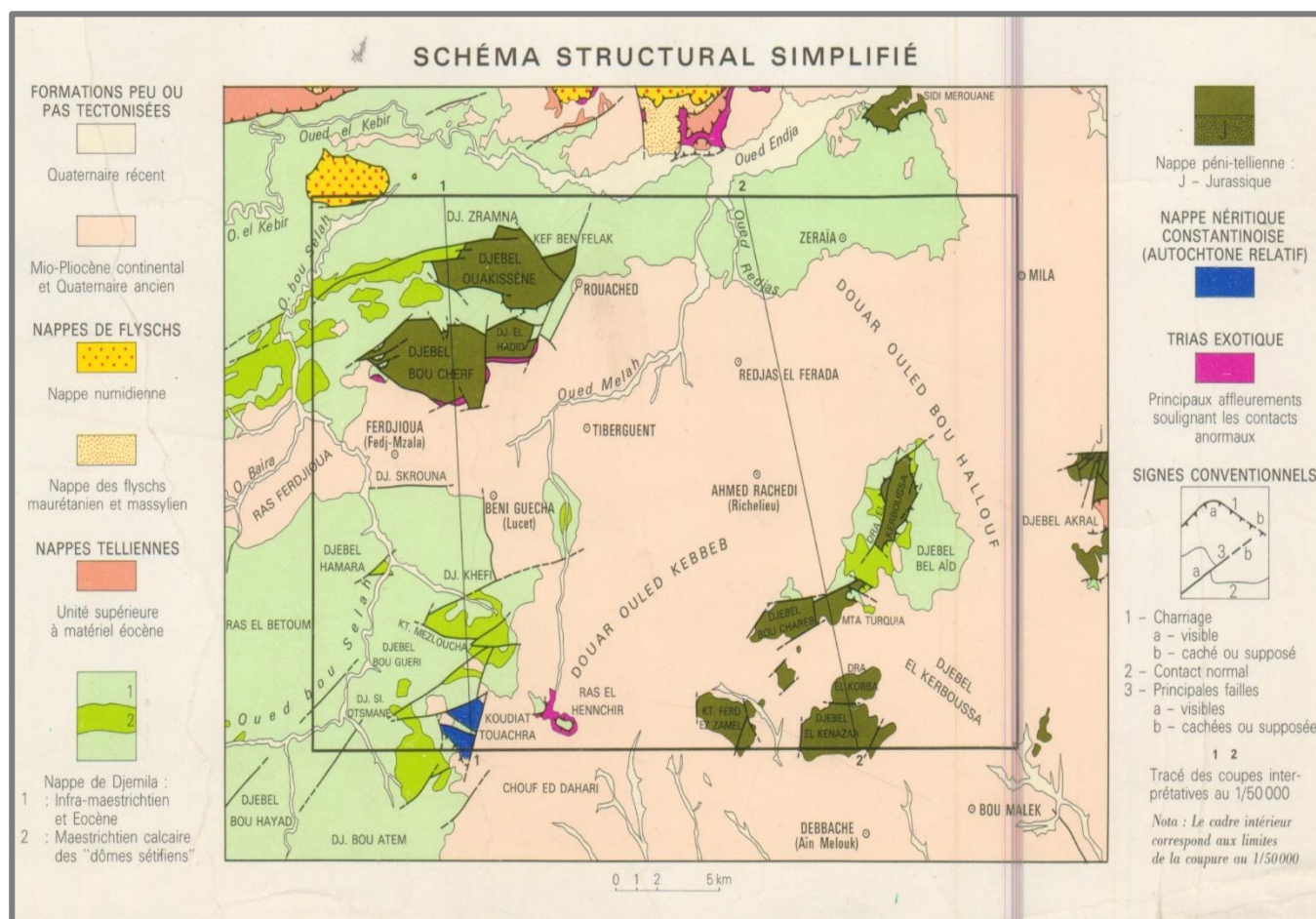
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [54] Une partie de la carte géologique REDJAS EL FERADA, éch.1/50.000



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [55] Coupes géologiques explicatives du terrain



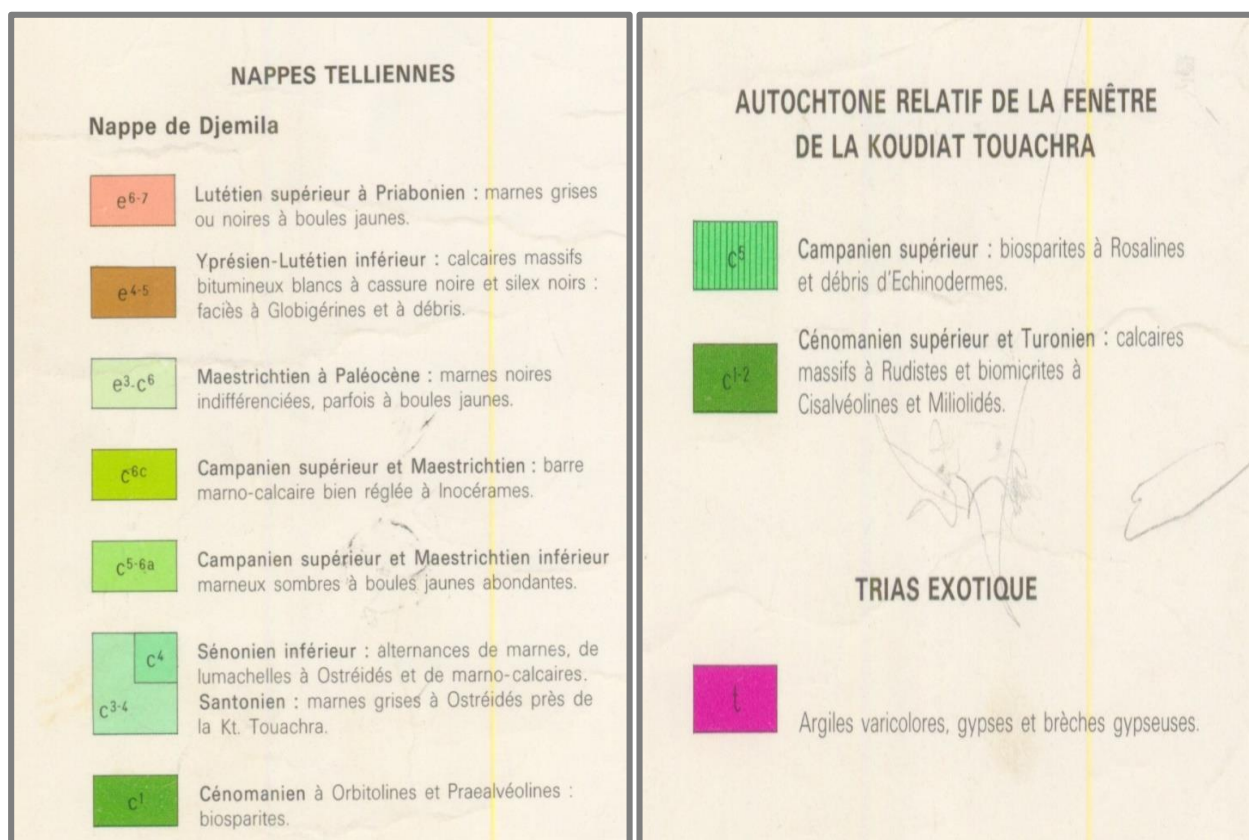
Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [56] REDJAS EL FERADA : schéma structural simplifié



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [57] Partie de la notice : la notation



Source : Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) 2020

fig. n° [58] Partie de la notice : la notation

7^{ème} cours : le relief ou les phénomènes géomorphologiques

- **Support de cours** : cartes topographiques, cartes géologiques, cartes géomorphologiques, schémas structuraux et coupes interprétatives
- **Objectifs pédagogiques** :
 - Comprendre la genèse, le processus et la dynamique de formation du relief ou (les phénomènes géomorphologiques),
 - Saisir les problèmes liés à la dynamique des terrains (risques de glissements de terrain).

1- Définition

- la géomorphologie est l'étude des formes du relief de la terre. Le mot géomorphologie est composé de trois mots grecs : géo (la terre), morphe (la forme) et logos (science ou étude).
- une discipline scientifique qui appartient à la grande famille des géosciences, très proche à la géographie physique. La géomorphologie est une spécialité de terrain elle a pour but de décrire les formes du relief (plaines, plateaux, montagnes) et d'expliquer les conditions qui en font apparaître. Dans ce contexte la géomorphologie aborde deux principaux axes :
 - **la géomorphologie structurale** : est un domaine de recherche qui étudie le relief en rapport avec la structure géologique. C'est -à -dire l'influence directe de la structure géologique sur la formation du relief. On note ici, 3 éléments : la lithologie ou la nature des roches, stratigraphie ou la nature de la disposition des couches géologiques et le rôle constructif des mouvements tectoniques dans différentes périodes.
 - **les phénomènes géomorphologiques** : l'étendue géosynclinale, l'anticlinal, les géosynclinaux perchés, les phénomènes géomorphologiques qui se développent dans les couches de calcaires : les chevrons et les méga-chevrons, les phénomènes géomorphologiques tabulaires (cuesta), les buttes-témoins, les fosses structurales.
 - **la géomorphologie dynamique** : est un axe de recherche qui étudie tous les phénomènes extérieurs à l'écorce terrestre qui aident à la formation du relief. C'est le domaine de la géomorphologie lié à l'action de l'eau, lié à l'action des glaciers et aux vents. Le relief se façonne par deux phénomènes importants qui sont : l'altération et l'érosion.

2- L'altération : c'est la dégradation progressive des roches des couches géologiques exposées aux conditions climatiques et aux éléments d'altération physiques ou chimiques. Avec le temps les roches commencent à se fissurer. Sans oublier le rôle des actions chimiques et physiques du couvert végétal.

2.1- L'altération physique : c'est l'action de la température sur les roches dans les régions chaudes. Les minéraux des roches absorbent la chaleur pendant le jour, ils se dilatent, puis ils se retournent à leur état initial, la nuit. Avec le temps les roches se fissurent, elles se brisent et tombent en débris. Dans les zones froides, le rôle mécanique de l'eau est dominant. L'eau gelée, en dessous du 0 degré, exerce des pressions conduisant à la fracturation des roches. Dans le même contexte, les racines de la végétation naturelle entraînent le même phénomène physique.

2.2- L'altération chimique : elle est générée par l'action chimique des pluies. Les pluies acidifiées des régions industrialisées intensifient ce phénomène avec la présence SO_4 , CO_2 dans l'eau. Dans les régions littorales, les eaux des mers dégradent chimiquement les roches. La végétation naturelle, par les racines peut exercer la même action chimique.

3- L'érosion : l'érosion par ses trois phases : l'ablation, le transport et le dépôt, apportent des transformations physiques, chimiques ou physico-chimiques aux couches géologiques :

Dans les couches du calcaire, l'eau de pluie associée au CO_2 s'infiltrant dans les fissures des couches sédimentaires du calcaire. La dissolution du calcaire s'accroît, avec le temps et des phénomènes géomorphologiques dits karstiques se développent donnant un paysage karstique qui se compose de : stalagmites, stalactites, colonnes de calcaire (de CaCO_3), rivières souterraines, lacs souterrains et des cavités (grottes). De l'extérieur, le paysage se caractérise par la présence des dolines voir [fig. n°59]. En Algérie, parce que les terrains sont nus les phénomènes géomorphologiques sont typiquement pédagogiques : des buttes-témoins, des chevrons. (El Maadar, région de Batna), le méga chevron de (Boucherrh à Fredjiaoua) et le phénomène géomorphologique Cuesta à Kouliz, dans la région du S'ra de Mila).

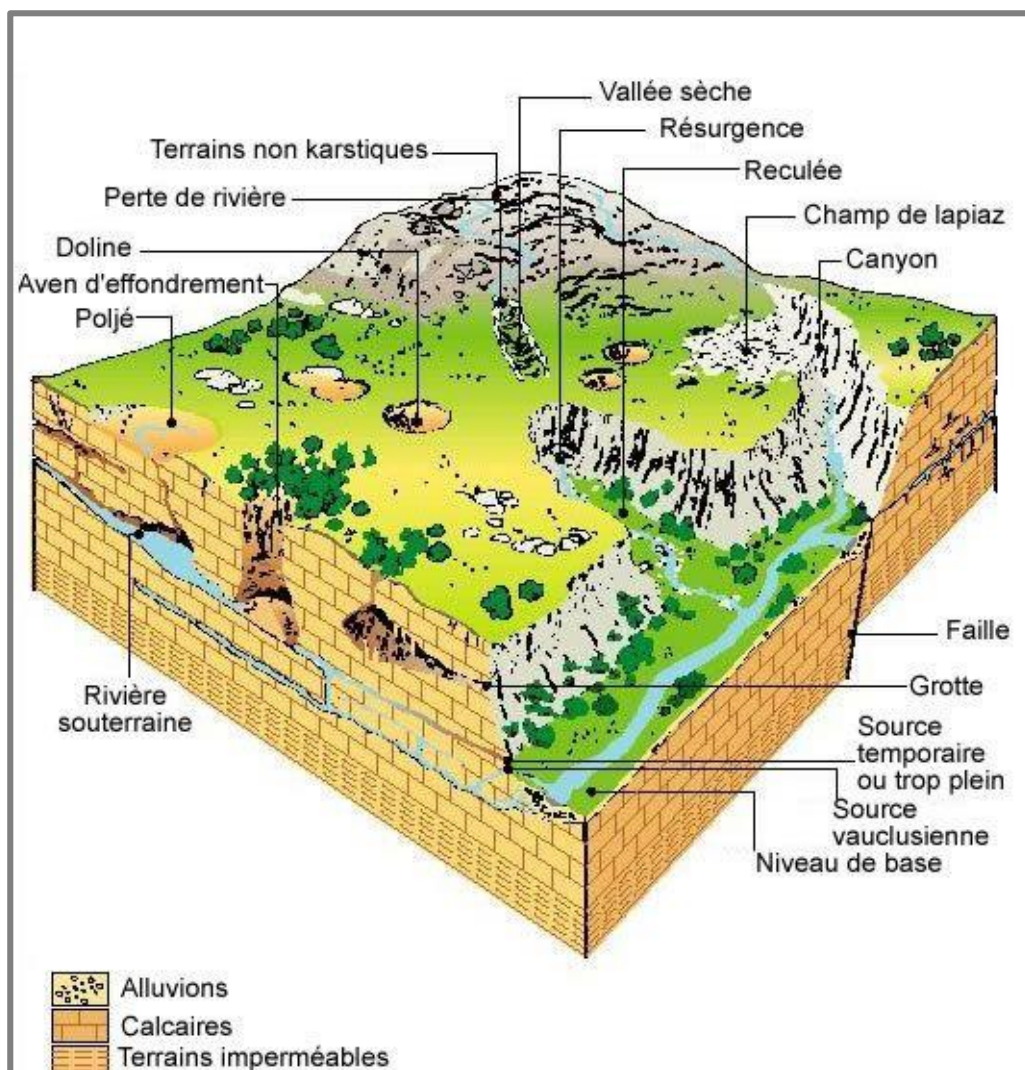
3.1- Erosion fluviale : de l'ablation au transport de la matière solide charriée par les eaux des cours d'eau ou matières en suspension (la turbidité), l'érosion fluviale façonne le relief en créant des phénomènes géomorphologiques grâce à l'érosion et au transport tels que : les terrasses fluviales, les méandres et les grandes vallées avec le temps. Dans la phase de dépôt, les eaux des cours d'eau et des fleuves font des deltas et des chenaux anastomosés.

3.2- Erosion éolienne : (du gr. Eole, dieu des vents) : on note ici les trois phases de l'action des vents. L'ablation, le transport et dépôt. L'érosion éolienne sculpte le relief dans les déserts secs et très chauds. Parmi les phénomènes géomorphologiques créés, on cite les phénomènes géomorphologiques tabulaires. Par contre les formes morphologiques dans les déserts se sont les dunes de sable : la petite dune de sable (colline formée par les vents dominants de désert), formes paraboliques (*barchanes*) et les formes transversales ou (*les montagnes des sables*).

3.3- Erosion glaciaire : c'est l'action des glaciers dans les zones de hautes altitudes, dans les zones polaires (arctique et de l'antarctique). En amont, l'érosion par la poussée énorme de la glace entraîne la fracturation et l'arrachement des roches principalement sur le lit du fleuve glacier donnant naissance à des abrupts et d'arrachements et des parois rocheuses très polies. C'est une érosion mécanique (physique) qui transporte, lentement, des roches de grandes tailles. Après la fonte de la glace, un phénomène d'amas de débris rocheux se constitue en aval.

3.4- Erosion marine : c'est un phénomène millénaire de démolition et de fragmentation des roches des murs du littoral. Elle réduit les plaines et terrasses existantes et les transforme en plages sableuses.

On note ici, le rôle mécanique et majeur des vagues des mers qui frappent violemment les couches géologiques du littoral. Les vagues armées de sable et des matériaux solides exercent une forte dégradation (érosion physique) sur les roches des couches. L'érosion marine s'accroît lorsque les couches sont bien exposées aux mouvements des vagues. Le résultat, les murs rocheux du littoral reculent en perdant éternellement des matériaux : roches, sable et sédiments (pour aller plus loin consulter l'ouvrage « précis de géomorphologie » de M. DERRUAU).



Source : Bakalowicz, M.1999 « Bloc diagramme représentant un paysage karstique synthétique »

fig. °n [59] La formation des phénomènes géomorphologiques dans les couches de calcaires

4- Rétention et récapitulation : la terre raconte une partie importante de son histoire à travers l'évolution géologique et géomorphologique.

Conclusion : les recherches en géosciences par les moyens de technologie de pointe poussent la terre à divulguer et à révéler ses secrets.

8^{ème} cours : la télédétection, un outil d'études et d'aide à la prise de décision

- **Support de cours** : photos aériennes, photos satellites

- **Objectifs pédagogiques** :

- Saisir la différence entre la carte et les moyens qui offrent de l'image et de l'imagerie,
- Saisir l'importance des moyens d'études, de contrôle et d'optimisation économique à distance.

1- Généralités et domaines d'utilisation de la télédétection

1.1- Un outil d'études scientifiques et protection de la biodiversité

- études des écosystèmes : écosystèmes aquatiques, écosystèmes forestiers, écosystèmes maritimes, écosystèmes édaphiques et vie animalière.
- études des structures géologiques
- études des phénomènes géomorphologiques
- études de l'évolution des conditions météorologiques et l'état physique de l'atmosphère.
- études géographiques des phénomènes : populations, biogéographiques et géographie de la défense.

1.2- Un outil d'optimisation économique :

- en agriculture : optimisation de la production agricole
- dans le domaine de géologie : exploration, exploitation, transport de l'énergie (pétrole, gaz, charbon) exploration et exploitation des gites de minerais.

1.3- Un outil de contrôle, de prévision et de prévention contre les risques naturels et technologiques :

on note : risques d'inondation, risques sismiques, éruptions volcaniques, départs de feux, avalanches et glissements de terrains, risques industriels, installations non classées, équipements technologiques et transport de matières dangereuses.

1.4- Un outil d'aide à la décision en Architecture, en Urbanisme et en Aménagement de Territoire

La télédétection offre une vision globale sur le territoire local pour un meilleur contrôle de l'urbanisation. Elle aide communément le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage en ce qui concerne le choix de terrains pour l'implantation des projets d'infrastructures économiques. Elle est essentielle en matière de planification et de développement quant à l'élaboration des phases des plans en l'occurrence le Schéma National d'Aménagement de Territoire (SNAT) le Plan d'Aménagement de la Wilaya (PAW) les Plans Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) et les Plans d'Occupation des Sols (POS).

2- La photographie aérienne ou la photo aérienne : le travail de terrain nécessite l'utilisation de certains outils et documents. La photographie est l'un des moyens qui fournissent de l'information selon le but de travail et selon l'angle de prise de vue. Dans ce contexte on distingue :

2.1- La vue au sol : elle représente un paysage, son intérêt est de percevoir le volume des constructions, bâtiments, la qualité des façades ses limites : le champ est souvent très étroit, les plans des villages, des quartiers urbains, mais l'échelle varie du premier à l'arrière-plan.

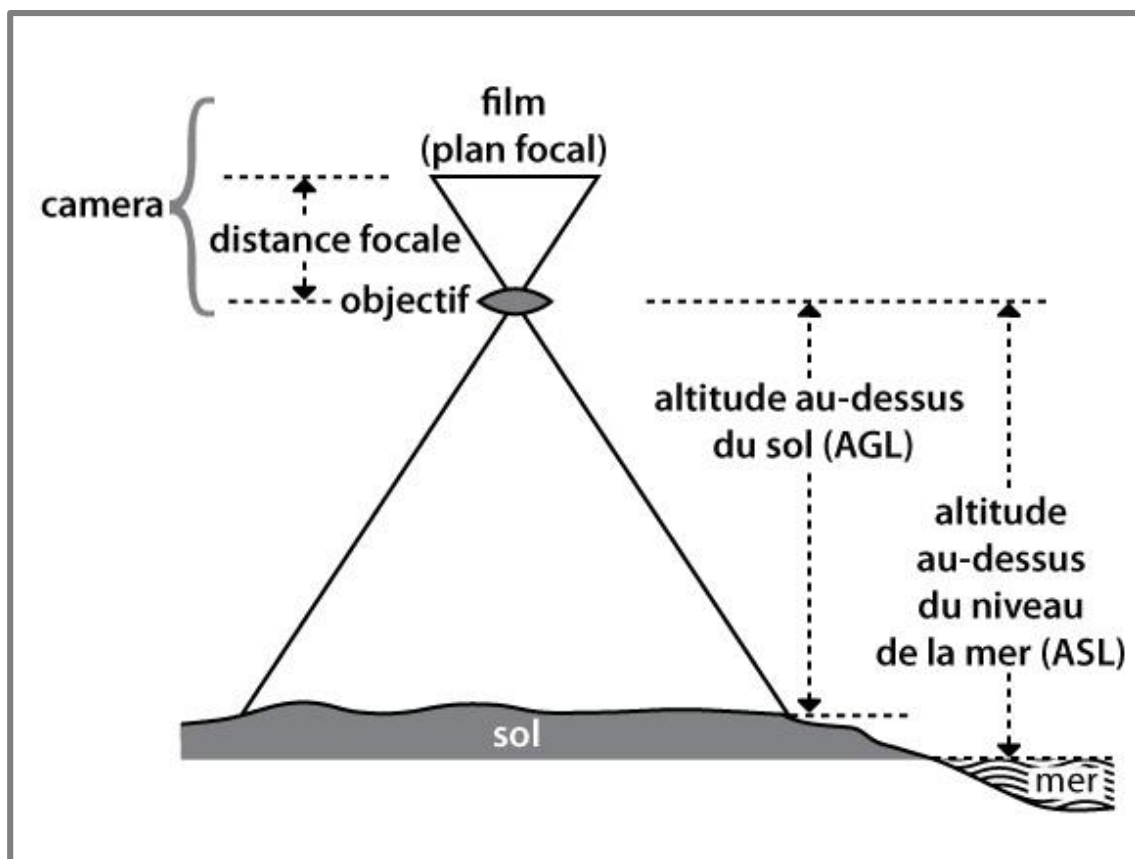
2.2- La vue aérienne oblique : il s'agit de la photographie d'un paysage à partir d'un avion, son intérêt, elle fait apparaître le plan de village, ses limites, le champ est plus large que la vue au sol.

2.3- La vue aérienne verticale : ce n'est plus la photographie d'un paysage, les volumes sont complètement écrasés. Son intérêt : elle couvre une surface plus étendue. Elle permet d'identifier précisément le bâtiment, les voies de communication et les espaces. Les cartes topographiques sont établies à partir de la photographie aérienne verticale voir [fig. n° 60]

La lecture de la photo aérienne nécessite de recourir à la photo-interprétation.

2.3.1- Les conditions de prise de la photographie aérienne : pour une meilleure qualité de l'information on assure le travail suivant :

- Une délimitation de terrain à photographier
- Des conditions météorologiques favorables pour la prise de vue, c.-à-d. un temps clair.
- Réglage des instruments de photographie, voir [fig. n°60].
- Choix de l'altitude de vol de l'appareil (avion)
- Le choix de l'échelle selon la nature de la mission : 1/40.000, 1/20.000, 1/10.000, 1/2000, 1/1000 voir [fig. n°61].



Source : <https://www.rncan.gc.ca/maps-tools-publications/satellite-imagery-air-photos/air-photos/national-air-photo-library/about-aerial-photography/principes-de-photographie-aerienne/9688>

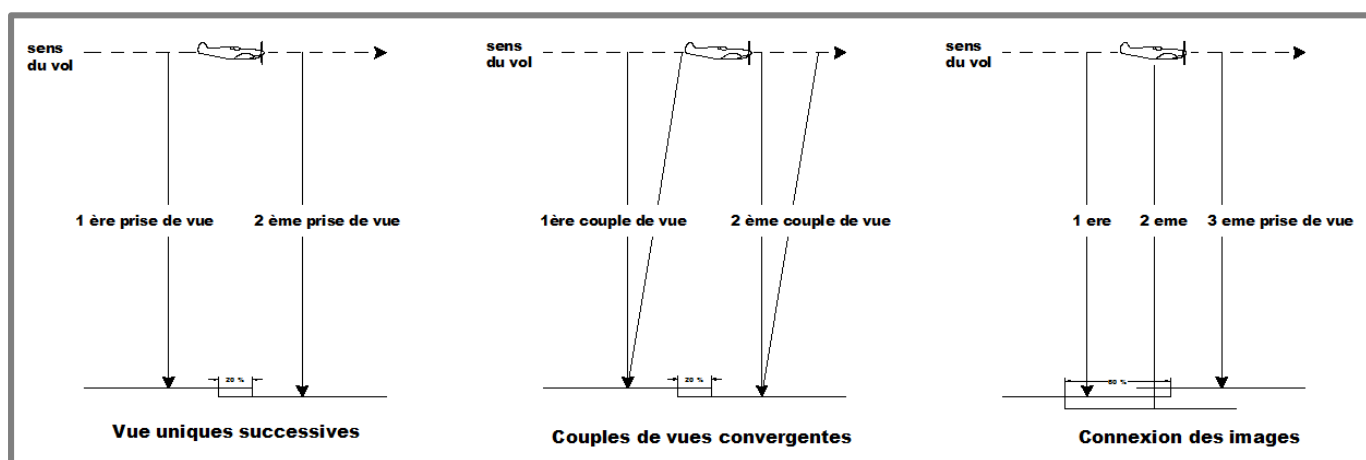
fig. n° [60] Fixation de l'échelle en fonction de la distance focale de la caméra et de la hauteur de l'appareil (avion)

$$\frac{\text{Distance sur la photo}}{\text{Distance au sol}} = \frac{4 \text{ cm}}{1 \text{ km}} = \frac{4 \text{ cm}}{100\,000 \text{ cm}} = \frac{1}{25\,000} \quad \text{ÉCHELLE: } 1/25\,000$$

$$\frac{\text{Distance focale}}{\text{Hauteur (AGL)}} = \frac{152 \text{ mm}}{7\,600 \text{ m}} = \frac{152 \text{ mm}}{7\,600\,000 \text{ mm}} = \frac{1}{50\,000} \quad \text{ÉCHELLE: } 1/50\,000$$

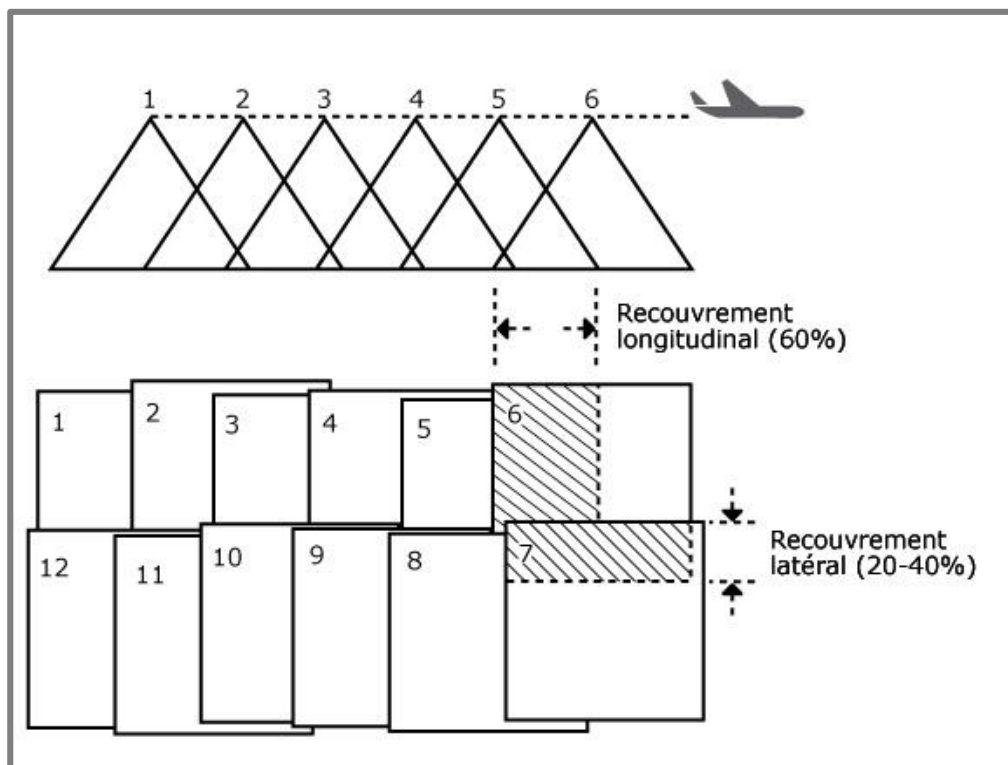
Source : <https://www.rncan.gc.ca/maps-tools-publications/satellite-imagery-air-photos/air-photos/national-air-photo-library/about-aerial-photography/principes-de-photographie-aerienne/9688>

fig. n° [61] L'échelle de la photo aérienne



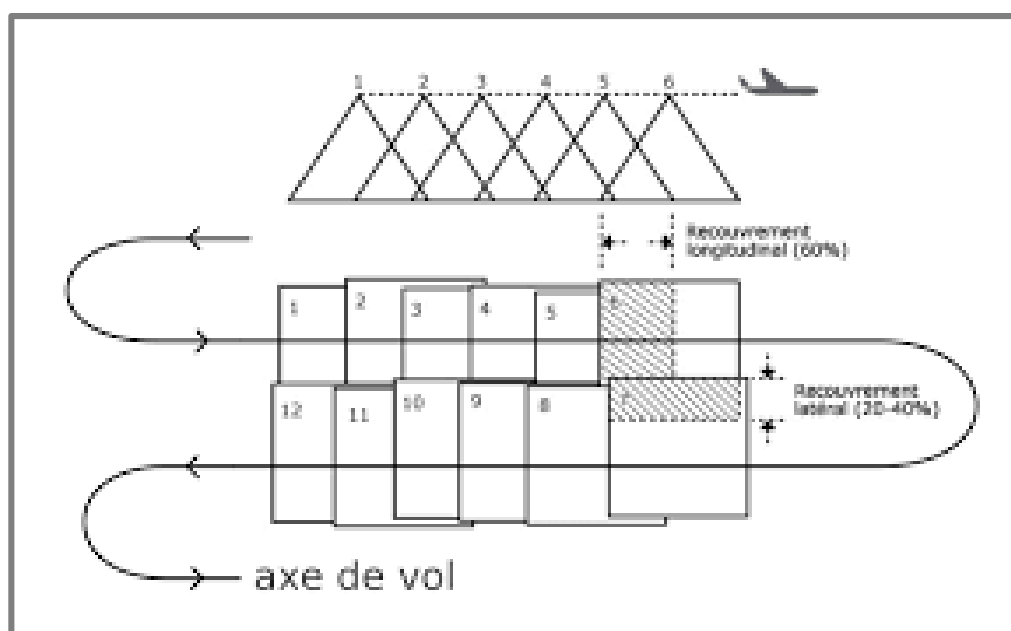
Source : Ernest Vuille : La photographie aérienne au service de la cartographie.

fig. n° [62] Principe de l'exécution de vues aériennes dites plongeantes



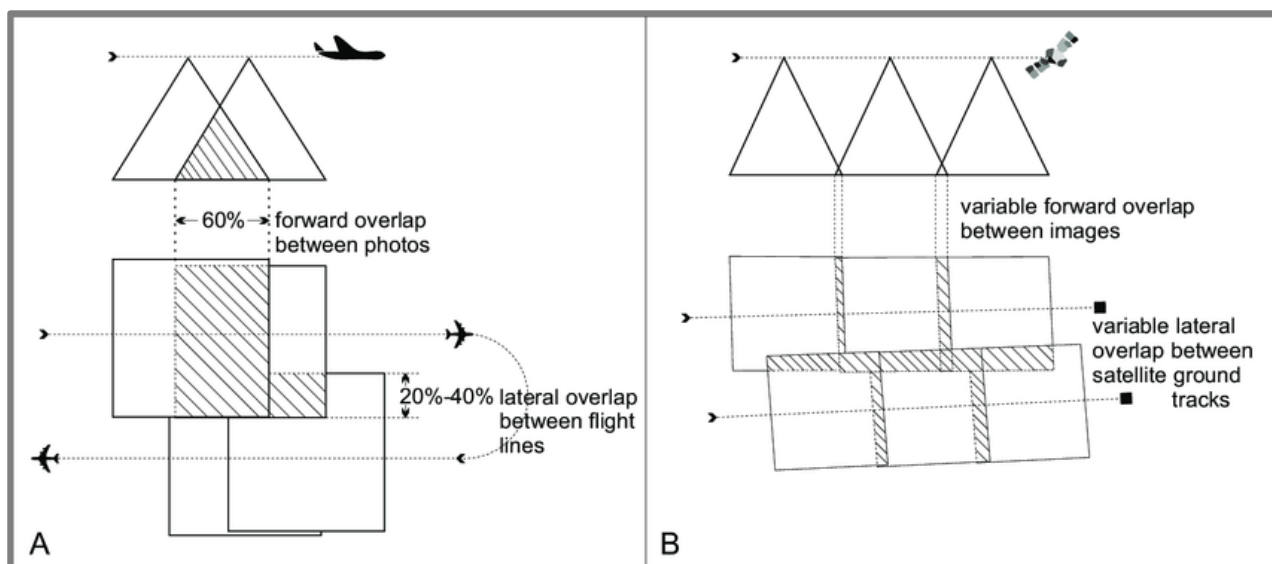
Source : <https://www.rncan.gc.ca/maps-tools-publications/satellite-imagery-air-photos/air-photos/national-air-photo-library/about-aerial-photography/principes-de-photographie-aerienne/9688>

fig. n° [63] Taux de recouvrement sur les clichés de photographie aérienne



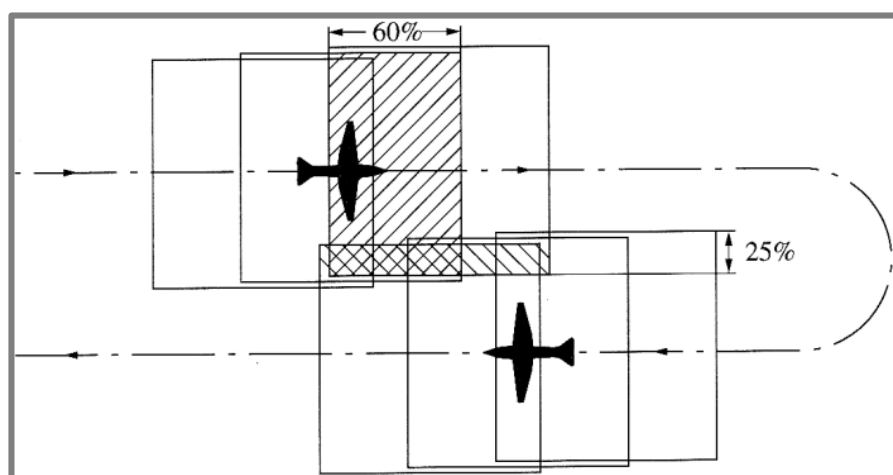
Source : <https://www.semanticscholar.org/paper/Analyse-multiéchelles-à-haute-résolution>

fig. n° [64] Photographie aérienne : axe de vol de l'appareil (avion)



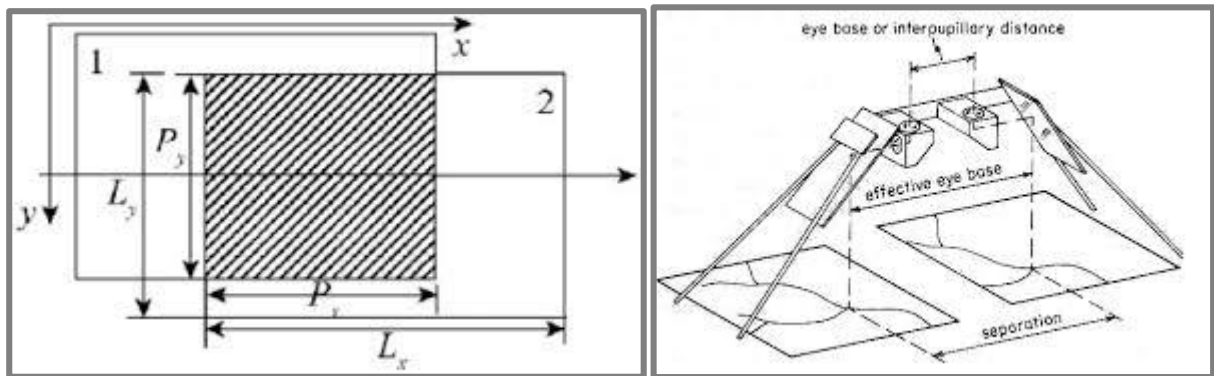
Source : https://www.researchgate.net/figure/a-Flight-path-for-stereo-imagery-with-systematic-overlap-between-sequential-images-b_fig2_313966156

fig. n° [65] La différence entre recouvrement par photographie aérienne et balayage par satellite



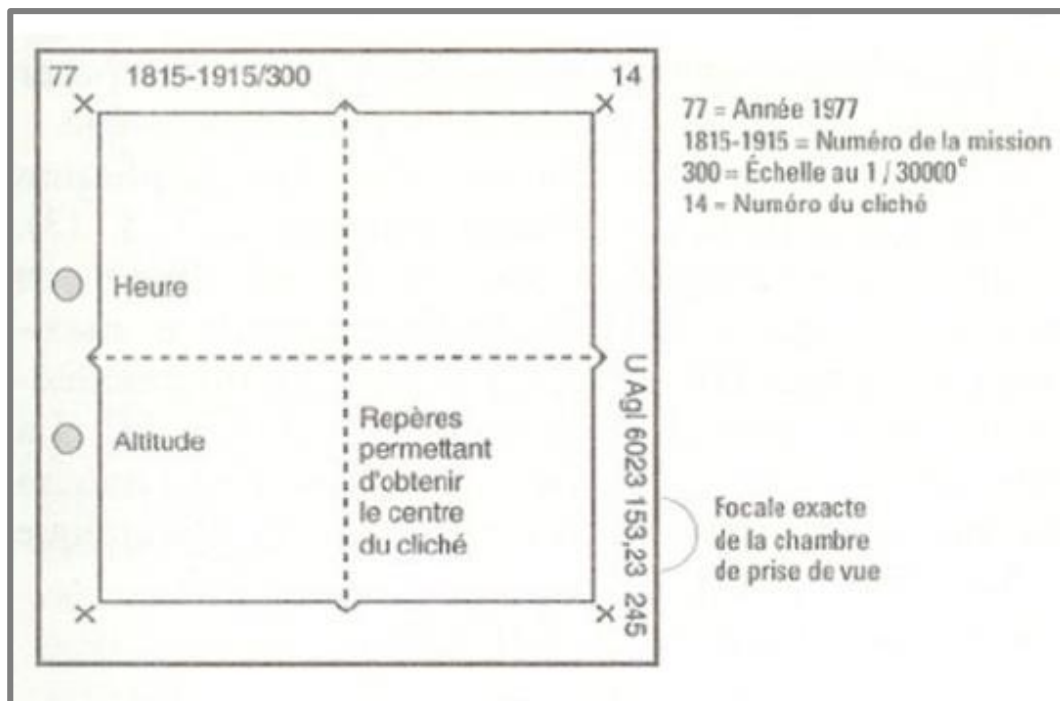
Source : <https://seos-project.eu/3d-models/3d-models-c02-p04-s01.fr.html>

fig. n° [66] Recouvrement longitudinal et latéral



Source : https://memberfiles.freewebs.com/94/37/106023794/documents/Aerial%20photography%20notes_DU.pdf

**fig. n° [67] Recomposition d'une photo d'un terrain à partir de deux clichés
en se servant d'un stéréoscope**



Source : Bonnet E. « photographie aérienne », photographie de l'IGN d'après le STU
« L'usage des photographies aériennes », 1992

**fig. n° [68] Les principales indications portées sur les clichés (photos aériennes) (IGN)
- presque les mêmes indications portées sur les clichés (INCT)**

L'assemblage des photos aériennes se fait à l'aide d'un tableau d'assemblage, généralement réalisé sur un fond de carte topographique. Ex. un tableau d'assemblage sur un fond topographique à échelle 1/50.000.

2.3.2- L'échelle de la photographie aérienne : $E_p = \frac{dp}{D}$ et $E_c = \frac{dc}{D}$ d'où

$$\frac{Dp}{Ep} = dc/Ec \text{ soit } Ep = dp \cdot \frac{Ec}{dc}$$

E_p = l'échelle de la photographie

E_c = l'échelle de la carte

D = la distance sur le terrain

D_p = la même distance sur la photographie

D_c = la même distance sur la carte (**Pour aller plus loin consulter GIRARD C.M & M.C. application de la télédétection à l'étude de la biosphère**).

2.3.3- Le taux de recouvrement :

- Recouvrement longitudinal : un cliché (une photo) couvre 60% du cliché qui le suit
- Recouvrement latéral : un cliché couvre 20% du cliché qui le jouxte immédiatement selon l'axe du vol. Et cela se voit clairement dans le tableau d'assemblage, voir [fig. n°62], [fig. n°63], [fig. n°64], [fig. n°65], [fig. °66] et [fig.67].

2.3.4- Les composantes de la photo aérienne :

a)- à l'intérieur du cadre : tous les éléments constituant l'espace photographié (éléments naturels et éléments de l'humanisation de l'espace).

Espace urbain : villes, quartiers, espace vert, équipements, voiries et axes de communication, voies ferrées.

Espace rural : champs de cultures vergers, habitat rural, villages, constructions utilisées par l'agriculture, chemins ruraux, forêts et cours d'eau.

b)- à l'extérieur du cadre : on trouve

- le numéro de la photo ou cliché,
- l'échelle de la photo aérienne, focale de la chambre de prise de vue,
- la date et l'heure et altitude de l'opération de photographie,
- le numéro et l'année de la mission, voir [fig.n°68].

L'échelle choisie pour la mission influe sur le nombre de photos dans la pochette. Une pochette de 1/10.000 contient quatre fois plus de photos qu'une boîte au 1/20.000 et est seize fois plus qu'une boîte au 1/40.000. Les échelles de la photographie aérienne se sont des échelles standardisées : 1/10.000 ; 1/20.000 ; 1/25.000 ; 1/40.000.

Pour un meilleur travail avec la photographie aérienne, l'utilisation d'un tableau d'assemblage est fortement conseillée. Les photographies aériennes généralement sont rassemblées dans des pochettes dont chacune correspond à la surface d'une carte topographique à échelle 1/50.000ème : dans la région à titre

d'exemple nous avons la pochette de Constantine, la Pochette de Batna, pochette de Jijel, la pochette de Bejaia et la pochette de Mila.

2.3.5- La photo interprétation : c'est l'interprétation des photographies aériennes, on utilise des lunettes stéréoscopiques. Le stéréoscope est instrument ou appareil qui fait apparaître le relief, voir [fig. n°67]. L'analyse de la photographie aérienne (verticale) comporte deux étapes :

2.3.5.1- Repérer les composantes de l'image ; les éléments qui ont la même :

- **Texture** : c'est la répétition et les arrangements des composantes d'une cible ou d'un objet. Cela donne une variation de teinte d'une zone à l'autre. Les textures lisses sont des surfaces agricoles uniformes (champs de blé).
- **Structure** : le patron ou la forme de base
- **forme** : les cibles ou les objets qui ont la même forme car la forme est un indice très important quant à l'interprétation d'une photo. Les formes aux bordures rectilignes caractérisant les zones urbaines. Les formes carrées ou rectangulaires généralement sont des ilots et des quartiers urbains, de l'habitat : immeubles, maisons. Même dans les régions rurales, les cibles peuvent être identifiées par leurs formes : le parcellaire agricole par exemple.
- **Tonalité** : les cibles ou les objets qui ont la même teinte, la même couleur. La variation de ton permet de distinguer la forme, texture et structure des objets.
- **Taille** : la taille du phénomène ou de l'objet est toujours en rapport avec l'échelle. Il est intéressant d'évaluer la taille d'un objet par rapport aux autres qui l'entourent. Exemple : un complexe industriel jouxtant une ville, une raffinerie de pétrole proche d'une ville portuaire.
- **couleur**. De plus, il est utile de prendre en considération les éléments suivant : l'ombre, le **site**, et le **temps**.

2.3.5.2- Déterminer à quoi correspondent-ils sur le terrain ? Par exemple, un rectangle foncé est un bâtiment ; en cas de difficultés d'interprétation il est nécessaire de vérifier le phénomène sur le terrain.

2.4- la photo aérienne est un espace de deux dimensions : longueur, largeur, mais en se servant d'un stéréoscope on peut avoir la dimension verticale. Quant aux couleurs on peut distinguer dans les grisés de la photo : le blanc, le gris clair, le gris foncé et le noir.

2.5- le décryptage d'une photographie aérienne : la photo aérienne et les formes de l'humanisation de l'espace :

2.5.1- Habitat : l'étude de la photographie aérienne permet l'identification des constructions au 1/2000 on peut voir les façades des constructions, au 1/25000 on peut distinguer les maisons, au 1/200000 on peut distinguer les agglomérations comptant au moins 500 habitants. On distingue l'habitat dispersé à l'habitat groupé : villages, bourgs, villes petites, moyennes ou grandes villes.

2.5.2- Les formes des agglomérations : elles se définissent bien sur la photo aérienne. Elles sont en fonction du milieu naturel (forme en étoile, alignées, rectangulaires) de même on peut observer l'habitat avec son

environnement : voies de communication, routes autoroutes et voies ferrées, parcellaires d'agricultures et milieu naturel.

a)- **position générale** : la position de l'agglomération par rapport à un élément spatial ou territorial important 'relief, mer, découpage administratif ou frontières.

b)- **relation avec le site** : la morphologie de l'agglomération s'exprime par les pentes, les villages et les agglomérations peuvent être perchés sur les hauteurs, influencés par les escarpements, se trouvent sur les replats.

c)- **relation avec la végétation** : habitat rural en présence des cultures, des agglomérations en pénétration dans les forêts : des forêts modifiées ou peu modifiées forêt urbaine.

d)- **en relation avec l'eau** : l'eau est un élément favorable pour l'établissement des agglomérations. Elle est indispensable pour la vie et la survie de la ville, « l'eau est la vie ».

Parfois la présence de l'eau - terrains marécageux ou zones inondables à haut risque- ne favorise pas l'apparition des établissements humains.

e)- **en relation avec le substratum** : le substratum ou les couches géologiques de roches dures qui font l'élément fondamental pour l'édification d'une agglomération importante. Le substratum joue un rôle d'amortisseur (protecteur naturel) contre les tremblements de terre, surtout, en zone de grandes sismicités (cas de Constantine Est algérien). De même, il est préférable de prendre en considération la dynamique des terrains en évitant les zones de glissements lors du choix de parcelles pour la construction.

f)- **en relation avec l'exposition** : l'établissement humain se développe en rapport avec l'exposition à l'ensoleillement et aux endroits qui se trouvent à l'abri des vents violents.

g)- **en relation avec les voies de communication** : les voies et axes de communication provoquent le développement de l'économie et la construction d'une manière générale : la construction des zones industrielles « usines, fabriques, dépôts de matière première et de produits » ; des quartiers d'ouvriers. Les voies ferrées et gares peuvent développer des activités dans les agglomérations et villes. Les voies et les voies ferrées sont très visibles sur la photographie aérienne.

h)- **en relation avec des constructions et équipements particuliers** : silos et hangars, usines, ports, gares et espaces de loisirs.

3- La photo, un outil d'étude de l'espace urbain :

Dans les pays moins-développés, la concentration de la population dans les villes et agglomérations urbaines se voit comme concentration de problèmes. Des problèmes de dysfonctionnement des composantes spatiales qui provoquent des situations de déshumanisation de l'urbain. Des quartiers en crises pluridimensionnelles au sens sociologique, économique et environnemental.

Par son aspect technologique, la télédétection est considérée :

1- dans les pays développés :

- comme composante très importante du système d'aide à la décision et d'aide à la gestion des composantes de la ville et des territoires ; par laquelle on peut contrôler l'efficacité des ensembles

architecturaux, les types d'occupation du sol et du sol urbain. La télédétection fait partie essentielle d'un système intelligent qui s'occupe de la prévision, de la prévention, de la protection et de la gestion des risques naturels et technologiques.

2- dans les pays moins-développés :

- comme une composante essentielle du système d'aide à la décision car les décideurs au niveau national et les élus des collectivités locales peuvent l'exploiter sur l'ensemble des phases et étapes d'élaboration, d'exécution de projets en urbanisme. Un outil indispensable à la réduction des problèmes liés au site, liés aux extensions et au gigantisme urbains. De même, il est recommandé et est urgent de l'appliquer pour le traitement des questions de l'habitat précaire (*le squatting de terrain*) et dans le domaine de gestion des risques naturels tels que les inondations, les glissements de terrain et les tremblements de terre.

4- Rétention et récapitulation : la photo aérienne, un outil de gestion et d'aide à la prise de décision en milieux urbains.

Conclusion : la photo aérienne est un outil d'étude, d'intervention, d'aménagement et d'optimisation économique.

9^{ème} cours : les cartes thématiques

- **Support de cours :** différents types de cartes thématiques : carte des ressources en eau en Algérie, carte d'hierarchisation des villes en Algérie, carte des potentialités touristiques de la wilaya de Jijel

- **Objectifs pédagogiques :**

- Savoir réaliser une carte thématique en utilisant les variables visuelles,
- Maitriser l'implantation des phénomènes à représenter selon les trois types (ponctuelle, linéaire et zonale),
- Savoir représenter les données selon leurs natures (qualitatives ou quantitatives).

1- **Définition :** les cartes thématiques sont des cartes de répartition spatiale des données quantitatives ou qualitatives relatives à un ou plusieurs thèmes précis.

Une carte thématique montre la répartition des données relatives à un thème ou plusieurs pour un espace, territoire, ou une région géographique.

Une carte qui se réalise sur un fond avec repères topographiques, hydrographiques, chorographiques ou géographiques et des phénomènes, localisables de toutes natures (qualitatives ou quantitatives), voir [fig. n°69].

2- Différents types de cartes thématiques

2.1- Cartes d'inventaire : à part la carte topographique, toutes les cartes sont thématiques. Parmi ces documents, on distingue les cartes de haut niveau, elles sont très spécialisées : cartes géologiques, cartes de végétation naturelle du monde, carte de végétation au Maghreb, cartes choro-chromatiques, cartes générales

de relief, carte de routes, carte des plaques tectoniques, cartes des mers et océans, cartes des séismes et volcans dans le monde, cartes de localisation des champs pétroliers et du gaz en Algérie, cartes de localisation de l'industrie au Japon ou aux (USA). Cartes des parcs naturels dans les pays africains, cartes des économies agricoles dans les pays européens.

2.2- Cartes analytiques : elles représentent l'évolution, l'extension ou la répartition d'un phénomène : cartes de distribution de population, de réseaux de flux routiers, cartes analytiques des phénomènes climatiques (température, pluviométrie, pression atmosphérique dans la méditerranée), cartes de distribution géographique des phénomènes économiques.

2.3- Cartes d'aménagement : elles se réalisent sur un fond de plan. Elles permettent de localiser les données et les informations. Elles regroupent les cartes stratégiques et les cartes de la politique de planifications des territoires.

- Cartes d'étude des phénomènes démographiques issues des recensements, et du dénombrement de la population (répartition de population par tranches d'âge et par sexe, densité de population, population en âge de travailler, population active, population occupée, taux d'activité, taux d'occupation, taux de chômage, parc logement, équipement)
- Cartes des dispersions géographiques de logement (logement dans les (ACL), dans les (AS), dans(ZE)
- Cartes de niveaux d'équipement de ménages :(cuisine, douche/baignoire, toilette, machine à laver, chauffe-eau),
- Cartes de taux de raccordement aux différents types de réseaux : réseaux (AEP), réseau de l'égouttage, réseaux techniques : réseau d'électricité et du gaz naturel, réseau de téléphonie et d'internet. Pour se situer, ces taux sont généralement rapportés et comparés à celui du national.
- Cartes d'aménagement et du développement socio-économique d'une commune qui renferment des plans de développement, (les projets de développement du secteur de tourisme dans la wilaya de Jijel).
- les cartes synthétiques : cette catégorie représente les cartes réalisées par le croisement et la superposition des données afin d'analyser un phénomène complexe. Ce genre de cartes se fait par les corrélations de variables. Des phénomènes qui se traitent par couches de données et par des logiciels. Ce que l'on appelle aujourd'hui l'application du Système d'Information Géographique(SIG).

3- les variables visuelles

Les variables visuelles sont : la couleur, la forme, texture, structure, le grain, la valeur, l'orientation, la trame et la taille, voir [fig. n°70].

4- Rétention et récapitulation : la carte thématique est un outil de travail : d'inventaire, d'analyse et d'aménagement.

Conclusion : la cartographie thématique se développe grâce au développement de la géomatique

