

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES



Mémoire



De fin d'études pour l'obtention de Diplôme
de master

*SPECIALITE: Mathématique Recherche Opérationnelle et Aide à
La décision*

THEME

Optimisation et planification de la procédure de
préparation d'un vol commerciale
Cas air Algérie

Présenté par: M^{elle} Lotmani Assia et M^{elle} Bouterfa Meliza

Dirigé par : Professeur OUKACHA et Mr Fadli (Air Algérie)

Devant le jury composé :

- Mme Chebbah.M
- Mr Goubi .M

Année Universitaire
2021/2022

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu puissant de nous avoir donné la force et la volonté pour arriver à terme de ce travail qui représente le fruit de plusieurs années d'études.

Nous exprimons notre plus grande reconnaissance et nos plus vifs remerciements à notre promoteur : Professeur OUKACHA Brahim pour son orientation, et sa Patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nos remerciements également les membres de jury, Mr chebbah.M et Mr Goubi.M Pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail et de participer à la soutenance.

Nos remerciements les personnels d'air Algérie, en particulier Mr Fadli le sous directeur d'Air Algérie qui m'a aidée durant mon stage pratique. Nous remercions chaleureusement nos professeurs pour la qualité de leurs enseignement.

DEDICACE

Je dédie ce Travail

A ma mère Amrane Dahbia . Pour son amour.ces
encouragements

Et ces sacrifices.

A mon père Lotmani Nacer . Pour son soutient .son
affections

Et la confiance qui il ma accordé

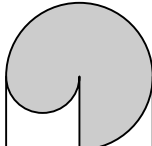
A mes très chères sœurs : Fatiha et Wardia

A mes très chers frères : Aissa et Walid

A tous les membres de ma famille

A tous mes amis

ASSIA



Je dédie ce Travail

A ma mère Fatiha Goucem . Pour son amour.ces
encouragements

Et ces sacrifices.

A mon père Abdelhamid Bouterfa . Pour son soutien
.son affections

Et la confiance qui il ma accordé

A mes très chères sœurs : Lilia et Yasmina et Lynda

A mes très chers frères : Yanis et Mohand et Ourabah

A mes grands parents Bouterfa Belkacem et Goucem

Hocine qu'ils reposent en paix

A tous les membres de ma famille

A tous mes amis



Table des matières

Introduction.....	11
Chapitre 1 : Présentation de la compagnie « Air Algérie »	
1-Historique de la compagnie « Air Algérie ».....	13
2-Environnement du transport aérien national.....	14
-1-Le transport arien après la démonopolisation.....	15
2-2-Conséquences de démonopolisation.....	15
3-L es missions d'air Algérie.....	16
3-1Direction d'air Algérie.....	16
3-2 Une équipe d'assistant.....	17
4-Moyens de productions.....	19
4.1-Moyens humains	19
4.2-Moyens Matériels.....	20
5-Compagnie Air Algérie.....	21
5.1- La mission de la division commerciale	24
5.2- La Direction des ventes et réseaux	25
5.3-Mission de la direction des ventes et réseaux	25

5.4-Les réseaux d'air Algérie	27
5.6-Les compagnies concurrentes d'air Algérie.....	28
5.7-Interprétation de l'évolution du trafic passager des réseaux International aux Années 2018 et 2019.....	30

Chapitre 2 : Graphe et ordonnancement

1-Introduction aux graphes.....	34
2-Rappels sur graphe	34
2.1-Définition d'un graphe.....	34
2.2Graphe non orienté.....	35
2.3Graphe non orienté.....	35
2-4-Graphe simple.....	36
2-5- La Notion de connexité.....	36
2-5-1Composante connexe	36
2-5-2-Graphe connexe	36
2.5.3- La Notion de fort connexité	37
2.6- Cheminements dans un Graphe.....	37
2.6.1-Chaîne.....	30
2.6.2- Cycle.....	38
2.6.3-Chemin.....	38
2.6.4-Circuit.....	39

2.7-Graphe biparti.....	40
2.7.1-Graphe biparti complet.....	40
3-Problèmes d'ordonnancement.....	41
3.1-Atelier- schéma rapide d'organisation et de fonctionnement.....	41
3.1.1-Notion du projet.....	42
3.1.2 -Tâches et travail.....	42
3.1.3-Machines.....	42
3.1.4 -Ressources	43
3.2-Définitions générales des problèmes d'ordonnancement.....	44
3.3-Caractéristiques des machines et des tâches.....	45
3.3.1-Caractéristiques des machines.....	45
3-3-2-Caractéristiques des tâches.....	45
3-4-Modélisation.....	47
3.4.1-Variable de décision.....	47
3.4.2-Contraintes	47
3.4.3-Objectif et critères d'évolution.....	47
3-5-Les caractéristique générale d'ordonnancement.....	48
3-5-1 Ordonnancement admissibles.....	48

3-5-2-Ordonnancement semi- actif	49
- 3.5.3 Ordonnancement actifs	49
3.5.4-Ordonnancements sans retard	49

Chapitre3 : Les méthodes de résolution d'un problème d'ordonnancement

1-Introduction.....	50
2-Définition de diagramme de GANTT.....	51
2.1-Comment utiliser un diagramme de GANTT	51
2.2- Importance du diagramme de GANTT	52
2.3-Avantages du diagramme de Gantt.....	53
2.4-Inconvénient du diagramme de Gantt.....	54
2.5- Conseils pratiques.....	54
2.6-Domaine d'application.....	54
3-Définition de la Méthode de PERT	56
3.1-Tâche successives	56
3.2-Tâche simultanées.....	57
3.3-Tâche convergentes.....	58
3.4-Les nœuds : les étapes événements.....	62
3.5-Méthodologie de construction d'un réseau PERT	62

Chapitre4 : La gestion d'un projet avec MS Project

1-Introduction.....	69.
2-Type de produit et caractéristiques se Microsoft Ms Project	69
2.1- Présentation et concept de Microsoft Ms projet.....	69
2.2- Fonctionnalités principales de Microsoft MS Project.....	70
2.3- Planification et pilotage des projet.....	71
2.3.1-Les problèmes de Calendrier de projet.....	71
2.3.2-Les problèmes d'affectation particulière des ressources ...	71
2.3.3- Les problèmes d'affectation de travail supplémentaire...	72
3-Présentation générale du logiciel Ms projet 2013.....	72
3.1- Les fonctionnalités de base du logiciel MS Project2013.....	73
4-Etablir la liste des tâches, durées et les conditions d'antériorité.....	75
5- Ordonnancement des tâches de gestion de notre projet	77
5.1-La description de notre projet.....	77
5.1.1- Les étapes de réalisation de projet	79
5.1.2-Découpage du projet et définir la liste des tâches.....	88
5.1.3-Définir l'enchaînement logique des tâches et leurs durées....	93

5.1.3- Le Diagramme de Gantt et visualisation des tâches et chemin critique	94
6-Conclusion de cas pratique	97
Conclusion Générale.....	97
Références bibliographiques	

Introduction générale

La Recherche opérationnelle (RO) est une discipline qui traite de l'application des méthodes d'analyse avancées pour aider à prendre des meilleures décisions, employant des techniques des sciences mathématiques, telles que la modalisation mathématique, l'analyse statistique, et l'optimisation mathématique, la recherche opérationnelle cherche des solutions optimales ou quasi optimale à des problèmes complexes de prise de décision. La Recherche opérationnelle englobe un large éventail de problèmes techniques et des méthodes appliquées dans la poursuite de l'amélioration du processus décisionnel et d'efficacité, tels que la simulation, l'optimisation mathématique.¹

Dans le cadre d'un projet principale objectif c'est d'optimiser des paramètres tels que : durées, coût et qualité. La planification, représente une étape très importante lors de l'élaboration d'un projet, c'est durant cette étape que sont estimées les durées des activités ainsi que les quantités de ressources nécessaires pour le déroulement.

L'un des plus importants apports de la recherche opérationnelle est L'ordonnancement, qui permet l'organisation méthodique d'un processus, ou d'une autre façon, ordonnancer c'est est programmer l'exécution d'une réalisation en attribuant des ressources aux tâches et en fixant leurs dates d'exécution, et Résoudre un problème d'ordonnancement c'est d'abord donner l'ordre dans lequel doivent être exécutées les tâches, de façon à minimiser la durée d'exécution total du projet, tout en satisfaisant les conditions d'antériorité

Introduction générale

Le sujet traité dans ce mémoire est un cas particulier d'ordonnancement des tâches que vise à optimiser la durée des tâches à réaliser pendant le temps d'escale d'un aéronef (temps entre l'arrivée et le départ de l'avion).

Pour mener à bien notre projet, on a élaboré notre plan suivant:

- Nous commencerons donc notre travail par une présentation de notre organisme d'accueil, Air Algérie et nous mettrons à jour des informations sur celle-ci
- Le deuxième chapitre traitera essentiellement définitions et rappels sur les graphes, par la suite on s'intéressera aux définitions et notions de base pour la compréhension de la théorie de l'ordonnancement.
- Le troisième chapitre on s'intéressera aux différents types et méthodes de résolutions des problèmes d'ordonnancement.
- Le quatrième chapitre et dernier chapitre, sera consacré à la présentation du logiciel Ms projet 2013, qui sera utilisé pour le traitement du cas pratique.
- En fin, ce travail sera terminé par une conclusion générale.

1-HISTORIQUE DE LA COMPAGNIE « AIR ALGERIE » :**Introduction :**

Avant de présenter, en détail, la compagnie Air Algérie en tant que moyen de transport indispensable, que ce soit au niveau national qu'international, il est nécessaire de porter un regard historique sur l'évolution de la compagnie depuis sa création en 1947 jusqu'à ce qu'elle soit aujourd'hui, une société nationale prospère et de renommée mondiale.

La création de l'entreprise remonte à l'année 1947, à l'époque, elle s'appelait Compagnie Générale de Transport Aérien (G.C.T.A.) et c'était la première compagnie qui assurait le transport aérien dans une Algérie encore française.

Le 23 mai 1953, après la fusion des deux compagnies algérienne et française, la compagnie de transport aérien officiellement en activité.

En 1958, Air Algérie fusionne en un seul transporteur, Air Transport, transporteur qui ne pouvait plus subvenir aux besoins du transport aérien.

Après l'indépendance et plus précisément le 12 Février 1963, la C.G.T.A. passe sous tutelle du ministère des transports et devient ainsi Compagnie Nationale avec 51% du capital algérien contre 49 % du capital détenu encore par Air France et d'autres compagnies aériennes étrangères.

En 1970, avec le rachat des actions détenues par les sociétés étrangères autres qu'Air France, 83% du capital de la compagnie est sous contrôle du gouvernement algérien.

Le processus de nationalisation d'Air Algérie s'est achevé le 15 Décembre 1972, Air Algérie devient alors une entreprise nationale et une des rares compagnies africaines à 100%, mais cette nationalisation ne sera effective qu'en 1974.

En 1983, Air Algérie est divisée en deux (02) sous entreprises :

- Air Algérie pour le réseau international
- Inter Air services pour le réseau national

Dix mois après, Inter Air services n'existait plus et donnait place à une nouvelle organisation interne d'Air Algérie composée de trois entités autonomes (national, international et aéroport) sous l'autorité d'une direction générale unique.

Depuis 1983, Air Algérie a subi plusieurs modifications (cinq restructurations organiques), chose qui reflète une instabilité qui n'a pas favorisé une vision stratégique et une continuité d'action.

La période (1988 – 1996) traduit un déphasage entre le nouveau dispositif législatif régissant les entreprises publiques (loi 88-01 du 12 janvier 1988 relatives à l'orientation des entreprises publiques) et son statut relevant du régime antérieur.

Le 17 Février 1997, Air Algérie passe sous le statut d'entreprise publique économique / société par actions (EPE/SPA)

Aujourd'hui Air Algérie est une SPA de capital social fixé à 6.000.000.000,00 DA divisé en 60.000 actions dont la valeur nominale est de 100.000 DA souscrites intégralement par l'Etat.

2-ENVIRONNEMENT DU TRANSPORT AERIEN NATIONAL :

Il fonctionnait selon le système des accords bilatéraux (protectionnisme)

- mono désignation
- partage des capacités (0%, 100%)
- partages des revenus fréquents (accord de pool)
- tarifs fixes par l'I.A.T.A.
- règle tarifaire de la double approbation

2.1 LE TRANSPORT AERIEN APRES LA DEMONOPOLISATION :

Le transport aérien public et les services de travail aérien sont assurés par une ou plusieurs compagnies nationales de transport aérien.

Accès par concession à l'exploitation d'un service de transport Algérien Public au profit de personnes physique de nationalité algérienne et des personnes morales de droit algérien.

Hormis l'Etat, seules les personnes physiques de nationalité algérienne ou les personnes morales de droit algérien dont le capitale détenue en majorité par des personnes physiques de nationalité Algérienne, pensent créer et/ou exploiter un aéroport, un aéroport ou une héliport ouverte à la circulation aérienne publique.

2.2 CONSEQUENCES DE LA DEMONOPOLISATION :

➤ Sur les compagnies :

- Création de nouvelles compagnies, KHALIFA AIRWAYS, ANTENEA AIRLINES, SAHARA AIRELINES, ECOAIR
- Concession de lignes déjà exploitées par air Algérie sur les réseaux intérieurs et extérieurs au profit des nouvelles compagnies.

- Développement rapide des réseaux de certaines compagnies KHALIFA AIRWAYS par exemple (Compagnie fondée en juin 1999 effectuant des services réguliers. Tombée en faillite en avril 2003)
- Absorption d'ANTENEA AIRLINES par KHALIFA AIRWAYS
- Tassili Airlines

➤ **Sur les passagers :**

- Plus de fréquences vers la capitale (Alger)
- Plus de destination directes avec plusieurs compagnies indirectes via des centres de trafique virtuels
- Plus de trafic réduit mais difficulté de mesurer l'impact réel en terme de tarifs

➤ **Sur le marché :**

- Le marché international n'a pas changé de taille et constitue le même marché
- Environ un quart du marché domestique Air Algérie est passé sous contrôle des compagnies privées.

3-LES MISSIONS D'AIR ALGERIE :

Après son passage à l'autonomie, l'entreprise a pour mission principale directe ou indirecte, en Algérie comme à l'étranger :

3.1-Direction d’Air Algérie :

Direction générale :

Le directeur général est le représentant et l’exécuteur des directions du conseil d’administration. Il est chargé de planifier et de fixer les objectifs, la coordination et le contrôle total de la compagnie. Il est assisté par :

Un secrétariat général ;

Un directeur général adjoint de l’exploitation de la zone aéroportuaire ;

3.2Une équipe d’assistants :

Un comité stratégique.

➤ **Les directions d’Air Algérie :**

La direction financière (D.F.) :

Elle est chargée de la mise en œuvre de la politique générale de l’entreprise dans le domaine financier et comptable, du contrôle de son application, et de fournir aux structures centrales les outils nécessaires à la gestion de leurs ressources.

➤ **Les missions d’Air Algérie :**

- L’exploitation des lignes aériennes nationales et internationales, en vue de garantir le transport public régulier et non régulier de personnes, de bagages, de frets et des courriers.
- L’exploitation des lignes aériennes internationales, dans le cadre des conventions et accords internationaux.
- La vente et l’émission de titre de transport pour son compte ou pour le compte d’autres entreprises de transport.

- L'offre de prestations de services à des fins commerciales et Scientifiques pour les besoins de l'agriculture, de la protection civile, de l'hygiène publique et sanitaire.
- L'achat et la vente des aéronefs, l'affrètement fréquent de transport des voyageurs entre les aéroports et les centres urbains, dans le respect de la législation en vigueur et le ravitaillement des avions tout en respectant les conditions fixées par la tutelle.
- L'entretien, la réparation, la révision et toute autre fonction de maintenance des aéronefs et l'équipement pour son compte et le compte des tiers
- La gestion, l'entretien et le développement des installations destinées au public et aux opérations de fret.
- L'obtention de toute licence, tout permis de survol et toute autorisation des Etats étrangers nécessaire à l'accomplissement de l'utilisation d'aéronefs civil.

➤ **La direction des opérations aériennes (D.O.A.) :**

La direction des opérations aériennes est chargée de la réalisation des programmes de vols de l'entreprise avec le maximum de sécurité et de régularité.

Il s'agit d'assurer les affectations du personnel navigant aux différents vols, assurer sa formation et son perfectionnement.

➤ **La direction des Systèmes d'Information (D.S.I.) :**

La direction systèmes d'information est chargée d'élaborer, d'exécuter les plans informatiques et télécommunications de l'entreprise, et de procéder aux études de recherche opérationnelle.

➤ **LA DIVISION COMMERCIALE (D.C.) :**

Elle est chargée de la mise en place de la politique commerciale de l'entreprise, elle a pour mission d'élaborer les produits réguliers, charters, et d'en assurer la commercialisation dans les meilleures conditions de rentabilité.

➤ **La division commerciale :**

Le commandement est assuré par un chef de division relevant hiérarchiquement du P.D.G. La Division est chargée de la mise en place de la politique commerciale de l'entreprise. Elle a pour mission d'élaborer le planning des vols réguliers et charters en vue d'assurer la commercialisation dans les meilleures conditions de rentabilité. Elle est composée comme suit :

Un organe en staff composé d'une informatique et deux départements (administrations et finances et moyens commerciaux) ;

La Direction Ventes & Réseaux.

La Direction Brand Management.

La Direction Revenue Management.

La Direction Distribution

La Direction des Programmes.

4-MOYENS DE PRODUCTIONS :

La compagnie aérienne AIR ALGERIE dispose de :

Moyens humains (ressources humaines) ainsi que des moyens matériels.

4.1 Moyens humains :

La compagnie « Air Algérie » invite souvent son personnel à des formations spécifiques, si bien qu'elle dispose aujourd'hui d'un personnel majoritaire de nationalité algérienne et qualifié.

La maintenance de sa flotte est assurée par ses propres moyens, lui permettant de convertir ses besoins au départ de l'Algérie, ainsi que l'assistance des compagnies étrangères.

TABLEAU N°1 : Répartition des moyens humains.

Personnel	Effectif
Personnel au sol	8140
Personnel navigant technique	502
Personnel navigant commerciale	685
Total	9327

Source : DC/SD ESR

4.2-Moyens matériels :

La flotte passager et cargo de la compagnie est composée de 57 avions répartis comme suit :

TABLEAU N°2 : Flotte de la compagnie AIR ALGERIE :

	Type d'appareil	Nombre	Nombre de sièges
Passager	A330-200	8	302 (2) / 269 (3)/251 (3)
	B737-800	24	144/148/160
	B737-700	2	112
	B737-600	5	101
	ATR72-500	15	66/70
Total flotte passager		54	
Cargo	B737-800	1	
Cargo	L100-30	1	
Total flotte cargo		2	
Total flotte		56	

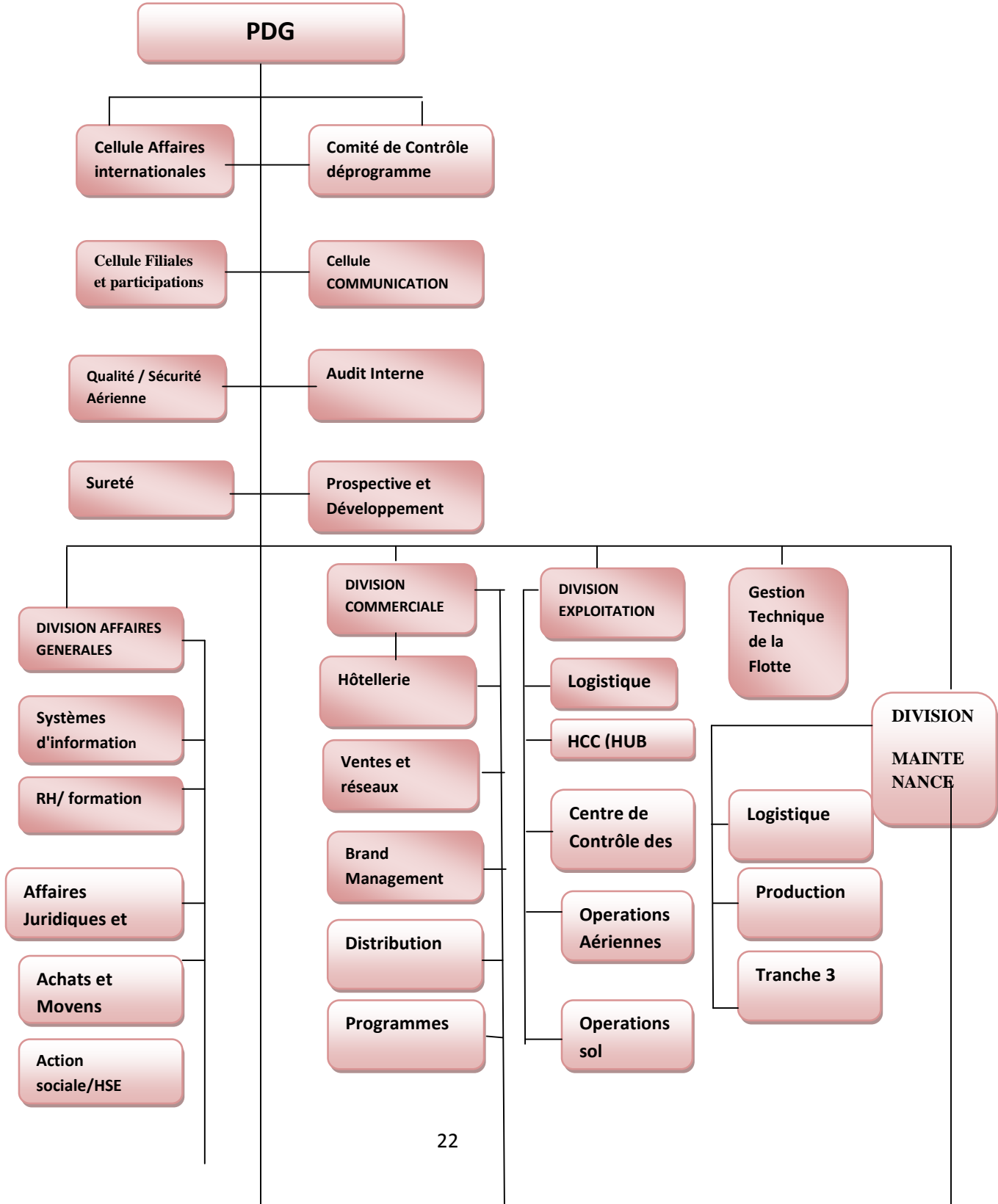
Source : DC/SD ESR

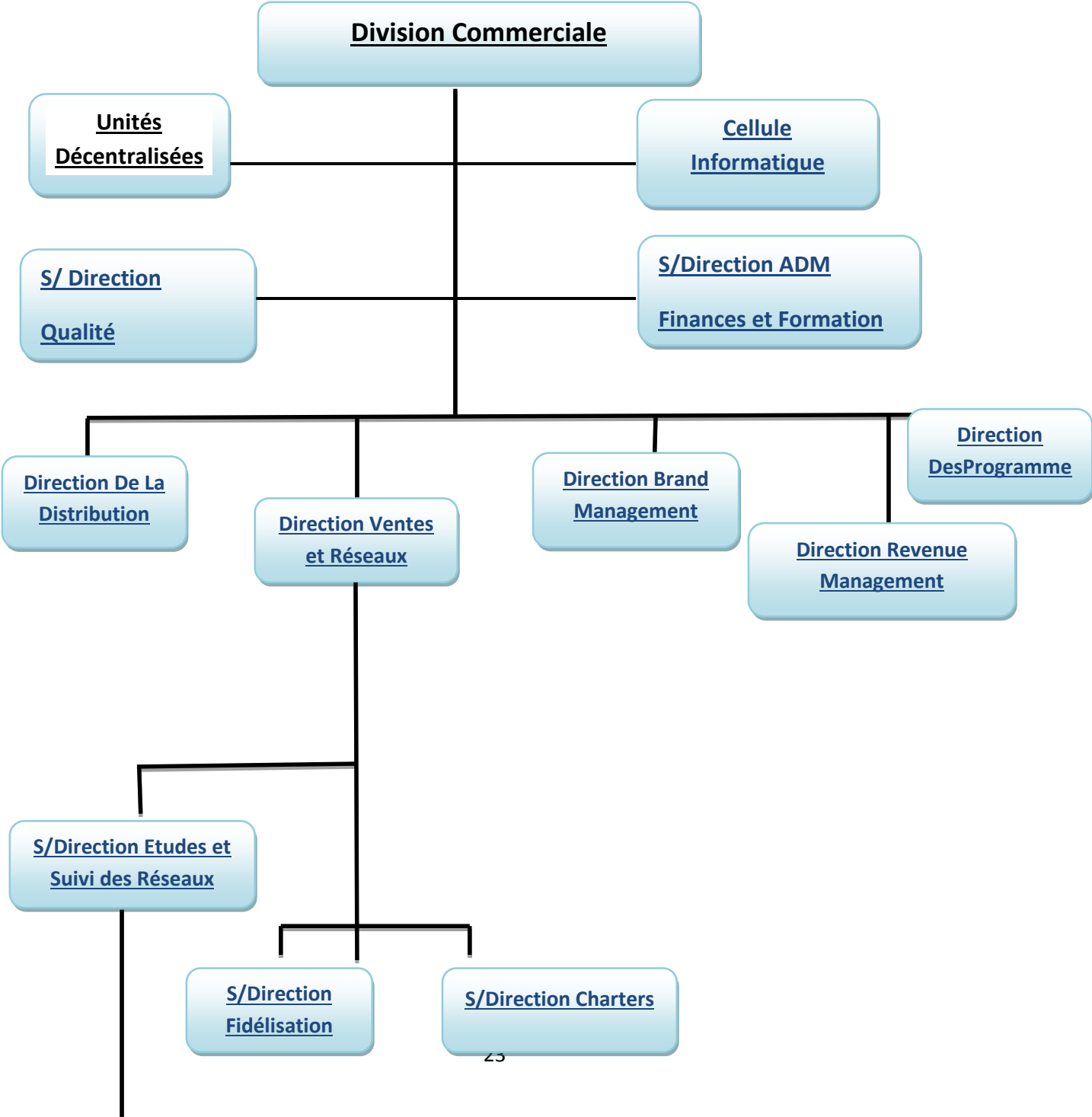
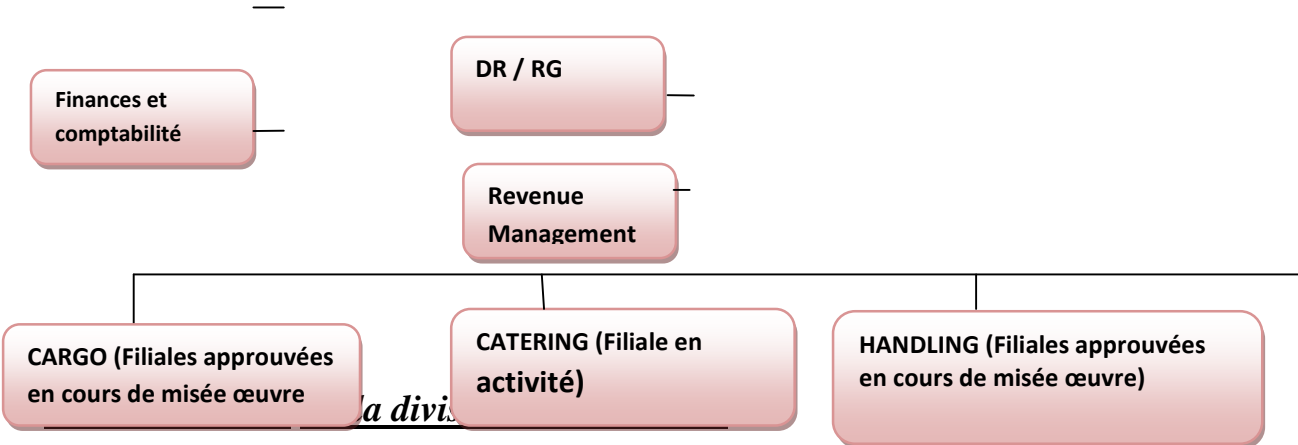
Remarque :

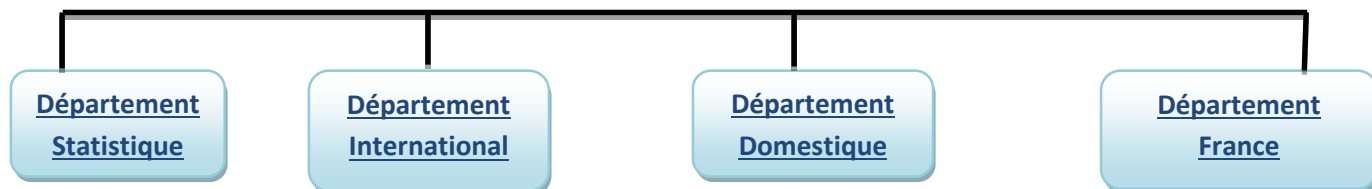
L 'EPE/SPA « AIR ALGERIE » lance un Avis d'Appel d'Offres National et International pour la mise en vente en l'état de :

- 8 avions Airbus (deux A330-302, trois A330-269 et trois A330-251).
- 24 avions Boeing (B737-800 144, B737-800 148 et B737-800 160).
- 5 avions Boeing (B737-600 102).
- 2 avions Boeing (B737-700 112).
- 15 avions ATR (ATR 72.212A 66).
- 2 avions Cargo (B737-800 full cargo, L100-30)

5- COMPAGNIE AIR ALGERIE (Organigramme de la compagnie) :







Source : la division commerciale, Air Algérie

5.1-Les missions de la division commerciale :

Les principales missions de la division commerciale sont :

- Étudier les marchés et leurs perspectives d'évolution.
- Participer à la définition de la politique commerciale (produit, vente, distribution, promotion, réglementation et tarifs).
- Connaître les besoins et les attentes de la clientèle.
- Développer la potentialité d'adaptation des produits aux besoins et aux attentes de la clientèle.
- Suivre la gestion des marchés de chaque réseau de vente en Algérie et à l'étranger.
- Assister les entités décentralisées dans leurs relations avec les autres directions.
- Coordonner l'élaboration des prévisions budgétaires des entités décentralisées *

avec les services financiers.

Assister les responsables des entités décentralisées dans l'élaboration de leurs programmes (d'action, d'exploitation et de promotion).

Améliorer la qualité de service qui préserve l'image de marque d'Air Algérie ;
Maximiser la part des marchés.

Participer aux études de développements et de diversification d'activité à moyen et long terme (marché régulier et charter).

5.2-La Direction des ventes et réseaux :

La Direction Ventes et Réseau où j'ai effectué mon stage est chargée de la gestion des ventes au niveau de la compagnie. Elle dispose pour ce faire :

En Algérie et à l'Étranger : D'un réseau de vente sur l'ensemble du territoire national, placé sous l'autorité de directions régionales (Alger – Oran – Annaba – Constantine – Ouargla), ainsi qu'un réseau de vente sur l'ensemble du territoire international placé sous l'autorité de Représentations et Délégations, du concours du réseau de ventes de l'ONAT – Touring Club –Des agences de voyages privées bénéficiant de son agrément.

5.3-Missions de la direction des ventes et réseaux :

Comme il est de coutume, le stage a commencé par une prise de contact avec l'ensemble des services de la Division Commerciale d'Air Algérie d'une

manière générale. Plus particulièrement, il nous a été défini les missions de la Direction Ventes et Réseaux qui se résument comme suit :

- La conception du noyau du produit et des caractéristiques des lignes du réseau France.
- L'analyse des données statistiques Air Algérie (AH) et de ses concurrents sur le réseau France.
- L'analyse du chiffre d'affaires à l'émission passagers sur le réseau France.
- La réalisation d'études d'ouverture, de restructuration et de fermeture des lignes du réseau France.
- La responsabilité de cette direction est :
- De définir le noyau du service :
- Le nombre de vols par ligne et par semaine.
- Les plages horaires des vols en collaboration avec la Direction des Programmes.
- Les plages tarifaires en collaboration avec la DRM.
- Les configurations cabines avions.
- D'élaborer les prévisions de trafic et recettes passagers à court, moyen et long terme.
- D'élaborer les prévisions de recette à l'émission PAX.
- D'étudier et définir les méthodes et modèles de prévisions à court, moyen et long terme.
- D'actualiser les prévisions en cours et analyser les écarts prévisions / réalisation.
- De réaliser les études relatives à l'ouverture de nouvelles lignes, à la restructuration et la fermeture des lignes déjà desservies.
- Réaliser toutes études commerciales ponctuelles, sondages et enquêtes de marchés.

- Participer avec le Ministère des transports à l’élaboration des accords de transport Aérien.
- Etablir et mettre à jour régulièrement un classement exhaustif des lignes sur la base de critères de performances.
- Suivre les coûts d’exploitation, les recettes et élaborer les ratios nécessaires à l’établissement de diagnostics.

5.4-Les réseaux d’Air Algérie :

Les réseaux d’ Air Algérie : Air Algérie exerce son activité sur deux réseaux nationaux (domestique) et internationaux :

➤ **Réseau national :**

Le réseau national ou domestique est présent dans les relations entre les villes d’Algérie. En 2019 son trafic passager était de 32 % du trafic passager total, il se subdivise en 3 réseaux :

Nord/Nord, Nord/Sud, Sud/Sud. Le tableau représente le réseau national de la compagnie aérienne Air Algérie

Tableau N°3 : Configuration du réseau domestique d’Air Algérie

Réseau Intérieur					
/ALGER	ALG	BISKRA	BSK	TOUGGOURT	TGR
BJEJAIA	BJA	SETIF	QSF	ADRAR	AZR
CHLEF	CFK	ANNABA	AAE	TIMIMOUN	TMX
ORAN	ORN	TEBESSA	TEE	BORDJ BADJI MOKHTAR	BMW
TLEMCEEN	TLM	OUARGLA	OGX	BECHAR	CBH

TIARET	TID	EL GOLEA	ELG	TINDOUF	TIN
MASCARA	MUW	EL OUED	ELU	EL BAYADH	EBH
MECHERIA	MZW	HASSI MESSAOUD	HME	TAMMANRASSET	TMR
CONSTANTINE	CZL	GHARDAIA	GHA	DJANET	DJG
BATNA	BLJ	IN AMENAS	IAM	IN SALAH	INZ
JIJEL	GJL	LAGHOUAT	LOO	ILLIZI	VVZ
BOU SAADA	BUJ				
Total 34					

Tableau N°4 : Configuration du réseau international de la compagnie aérienne Air Algérie

Réseau France		Réseau Europe		Réseau MMO		Réseau Afrique		Long Courrier	
PARIS	ORY/CDG	MADRID	MAD	TUNIS	TUN	BAMAKO	BKO	MONTREAL	YU L
MARSEILLE	MRS	PALMA	PMI	CASABLANCA	CAS	NIAMEY	NIM	PEKIN	PE K
MONTPELLIER	MPL	BARCELONE	BCN	BEYROUTH	BEY	DAKAR	DKR	Total 02	
LYON	LYS	ALICANTE	ALC			OUAGADOUGO	OU A		
TOULOUSE	TLS	LISBONNE	LIS	DUBAI	DXB	ABIDJAN	ABJ		
BORDEAUX	BOD	LONDRES	LHR	AMMAN	AM M	Total 05			
NICE	NCE	FRANKFURT	FRA	LE CAIRE	CAI				
METZ	ETZ	ANTALYA	AYT	NOAKCHOTT	NKC				
MULHOUSE	MLH	ROME	FCO						
LILLE	LIL	MILAN	MLA	JEDDAH	JED				
Total 11		GENEVE	GVA	MEDINE	MED				
		BRUXELLES	BRU	Total 09					
		MOSCOU	MO W						
		VIENNE	VIE						
		ISTANBUL	IST						
		Hongrie	BUD						
		Valence	VLC						
		Total 17							

Source : Sous-direction études et suivi des réseaux.

Tableaux N°5 : les compagnies concurrentes d’Air Algérie

5.5-Les compagnies concurrentes d’Air Algérie :

Réseau	Année 2011	Année 2012	Année 2013	Année 2014	Année 2015	Année 2016	Année 2017	Année 2018	Année 2019	Logo
F r a n c e	ZI	ZI	ZI	ZI	ZI	ZI	ZI	ZI	ZI	
	AF	AF	AF	AF	AF	AF	AF	AF	AF	
	BI	BI	BI	BI	BI	BI				
						50	50	50	50	
					HV	HV	HV	HV	HV	
						VY	VY	VY	VY	
					L5	L5	L5	L5	L5	
C o n c u r r e n c e				SF	SF	SF	SF	SF	SF	
	JK	JK								
	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	
	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	
			VY	VY	VY	VY	VY	VY	VY	
	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH	
	TK	TK	TK	TK	TK	TK	TK	TK	TK	
	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	
	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	
	AZ	AZ	AZ	AZ	AZ	AZ	AZ	AZ	AZ	
		KM	KM	KM	KM					
				LX	LX					
C a n a d a							RV	RV		
									AC	
M m o	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	
	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	AT	
	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	
	QR	QR	QR	QR	QR	QR	QR	QR	QR	
	LN		LN	LN	LN	LN				
	TU	TU	TU	TU	TU	TU	TU	TU	TU	
						BJ	BJ	BJ	BJ	
	RY	RY								
		RJ	RJ	RJ	RJ	RJ	RJ	RJ		
		EK	EK	EK	EK	EK	EK	EK		
Total	18	17	20	21	24	26	23	23	23	

Retrait de ZI en Septembre 2019.

L'évolution du trafic passager dans les principaux réseaux de la compagnie :

Le tableau ci-dessus représente l'évolution du trafic aérien de ses quatre réseaux principaux durant la période (2001-2019)

Tableau N°6 : Le trafic des quatre principaux réseaux internationaux de la compagnie aérienne Air Algérie

Années	France	Europe	MMO	Afrique
2001	1 470 546	205 472	156 210	34 238
2002	1 350 761	203 781	166 738	38 849
2003	1 566 148	239 606	177 393	35 357
2004	1 424 130	238 762	215 861	33 691
2005	1 343 982	221 331	211 503	28 292
200*6	1 179 381	211 131	226 067	25 874
2007	1 174 675	222 761	250 307	32 515
2008	1 248 231	236 129	285 660	22 552
2009	1 270 524	256 366	278 815	40 066
2010	1 319 252	307 186	258 661	34 104
2011	1 524 689	354 909	269 178	42 725
2012	1 632 053	534 767	328 395	63 273
2013	1 795 907	607 039	337 176	95 890
2014	2 120 760	728 475	361 515	102 023
2015	2 210 904	731 574	373 035	83 129
2016	2 493 525	763 696	447 615	85 818
2017	2 526 299	837 844	402 914	95 811
2018	2 630 713	863 171	407 560	143 944
2019	2 869 675	898 992	438 756	126 463

Source : SD ESR

5.6-Interprétation de l'évolution du trafic passager des réseaux international aux années 2018 et 2019 :

Tableaux N°7 : évolution du trafic passage par réseau (2017-2018)

Source : établie par les étudiantes a partir des données d'AH.

	ANNEE 2018			ANNEE 2019			Evolution		
	Sièges	Pax	CR%	Sièges	Pax	CR%	Sièges	Pax	CR%
International	5 834 257	4 180 346	71,65	6 003 054	4 464 837	74,38	2,89	6,81	2,72
Domestique	2 814 664	2 036 326	72,35	2 821 290	2 091 112	74,12	0,24	2,69	1,77
Total Système	8 648 921	6 216 672	71,88	8 824 344	6 555 949	74,29	2,03	5,46	2,42

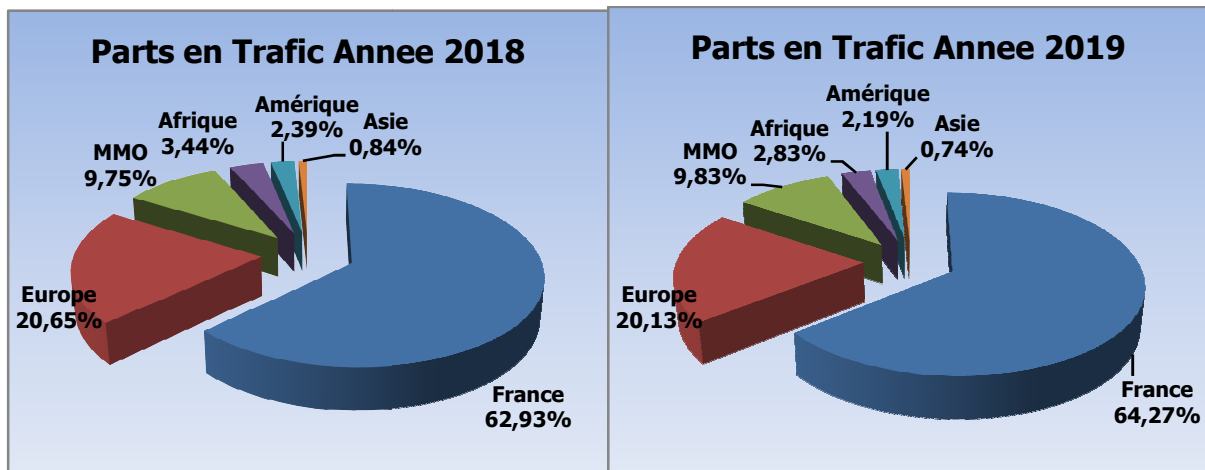
Interprétation de l'évolution du trafic passager des réseaux international de l'année 2018/2019 :

	ANNEE 2018			ANNEE 2019			Evolution		
	Sièges	Pax	CR%	Sièges	Pax	CR%	Sièges	Pax	CR%
France	3 581 205	2 630 713	73,46	3 757 384	2 869 675	76,37	4,92	9,08	2,92
Europe	1 244 696	863 171	69,35	1 253 785	898 992	78,24	0,73	4,15	8,89
Mmo*	549 664	407 560	74,15	557 553	438 756	78,69	1,44	7,65	4,55
Afrique	270 860	143 944	53,14	253 470	126 463	57,69	-6,42	-12,14	4,54
Canada	136 126	99 841	73,34	129 371	97 969	75,73	-4,96	-1,87	2,38
Chine	51 706	35 117	67,92	51 491	32 982	64,05	-0,42	-6,08	-3,86
International	5 834 257	4 180 346	71,65	6 003 054	4 464 837	74,38	2,89	6,81	2,72
Domestique	2 814 664	2 036 326	72,35	2 821 290	2 091 112	74,12	0,24	2,69	1,77
Total Système	8 648 921	6 216 672	71,88	8 824 344	6 555 949	74,29	2,03	5,46	2,42

* : sans JED & MED

-Interprétation de l'évolution du trafic passager des réseaux internationaux de l'année 2018/2019 :

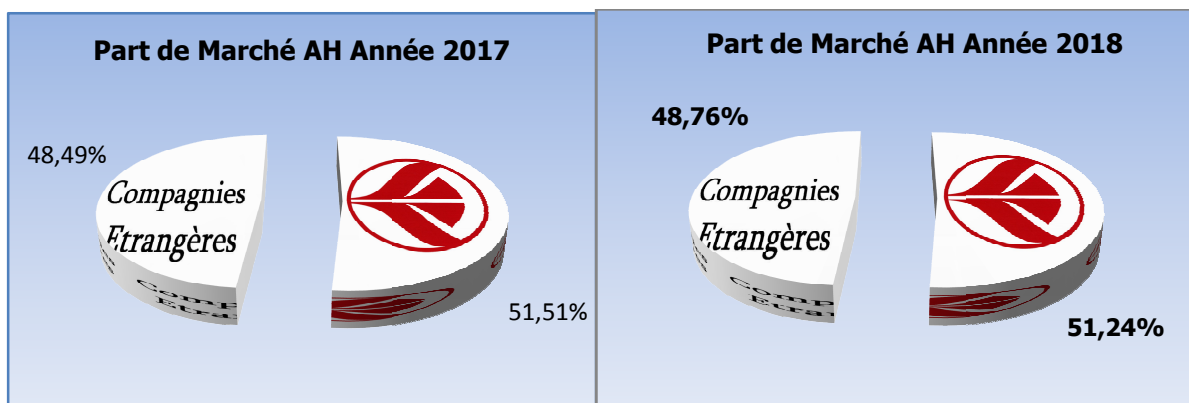
Figure N°6 : comparaison des trafics d'Air Algérie pour les réseaux principaux selon les années 2018 et 2019.



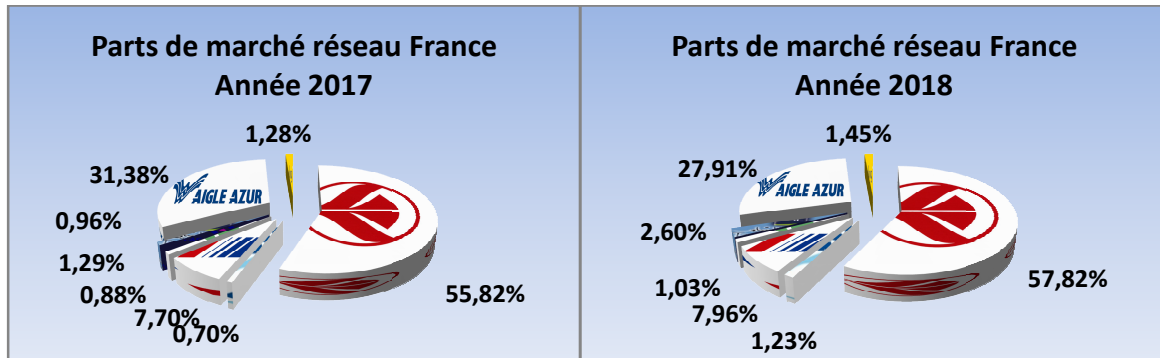
Source : établie par les étudiantes à partir des données d’AH.

D’après cette figure, la France prend la grande partie du trafic aérien de passager avec 62.93% « Air Algérie », après le réseau d’Europe vient avec un pourcentage de 20.65% du trafic aérien, suivie par le réseau du Maghreb et Moyen Orient avec une part de 10.30% et les derniers réseaux détenant les parts les plus faibles, sont l’Afrique, l’Amérique et l’Asie avec des ratios respectivement de 2.90%, 2.39% et 0.84% du trafic passagers de la compagnie « Air Algérie ».

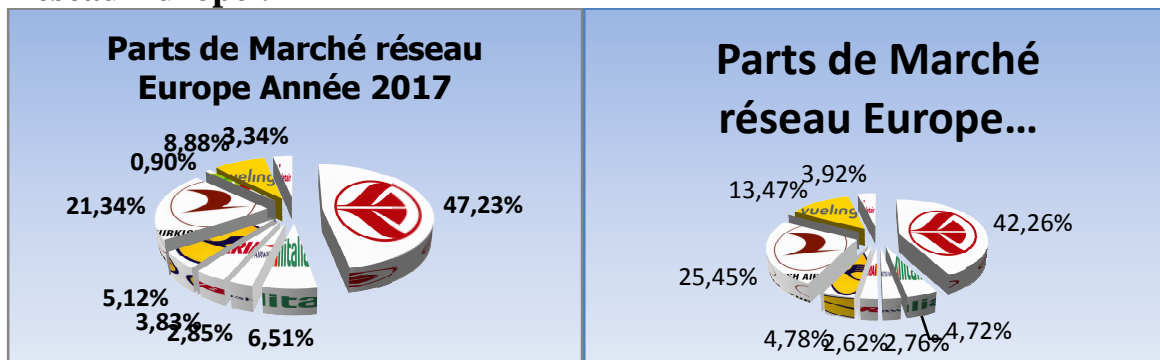
5.7-Interprétation de l’évolution de la part de marché global:



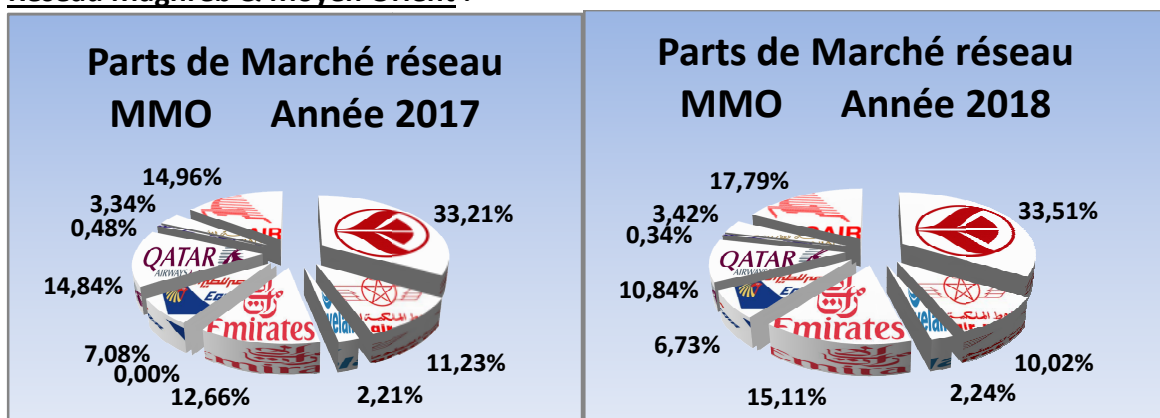
Interprétation de l'évolution de la part de marché par réseau :
Réseau France :



Réseau Europe :



Réseau Maghreb & Moyen Orient :



Source : établie par les étudiantes sur la base des données d' Air Algérie.

Nous terminons notre analyse avec les parts de marché par réseaux, selon :

- Réseau France : durant l'année 2018, Air Algérie a détenu 57.82% de part de marché (évolution de +2 points).
- Réseau Europe : durant l'année 2018, Air Algérie détient 42.26% de part de marché (régression de 4.97 points).
- Réseau Mmo : durant l'année 2018, Air Algérie détient 33.51% de part de marché (évolution de 0.3 point).

1-Introduction aux Graphes :

La théorie des graphes constitue un outil puissant pour schématiser et modaliser des liens et relations entre les objets. L'étude des graphes a commencée depuis le 18^{ème} siècle par un problème de curiosité mathématique lorsque Euler a posé le célèbre problème du pont de Königsberg (Kaliningrad).¹ Ces deux dernières décennies la théorie des graphes a suscité un intérêt exponentiel essentiellement grâce à son rôle comme des modèles d'optimisation et de calculs explicites nécessitant la conception et l'analyse de plusieurs algorithmes. En outre de son rôle dans l'informatique, les mathématiques appliquées (analyse numérique matricielle), la biologie, la physique (circuits-électriques), la chimie..., la théorie des graphes est devenue l'un des instruments les plus efficaces pour résoudre de nombreux problèmes discrets que pose de nombreuses théories très utiles telles que la recherche opérationnelle et l'économie. Autrement dit elle contribue à résoudre de nombreux problèmes concrets de la vie courante.

2-Rappel sur les graphes:

➤ 2.1-Définition d'un graphe:

Un graphe est un ensemble de points, dont certains paires sont directement reliées par un (ou plusieurs) lien(s)(représentés par arcs ou arêtes). Ces liens peuvent être orientés ou non orientés. En général, les sommets d'un graphe seront représentés par des points de l'espace et les arcs par des flèches allant d'un point à un autre, c'est ce qu'on appelle la représentation sagittale du graphe.

¹ Nadia belharrat, Théorie des graphes recherche opérationnelle, les éditions pages bleues internationales, juillet 2005, page 08.

➤ **2.2 Graphe orienté:**

Un digraphe(ou graphe orienté) fin $G=(X, U)$ est défini par l'ensemble fini. $i=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ($|X|=n$) dont les éléments sont appelés sommets, et par l'ensemble fini $U=\{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ ($|u|=m$) dont les éléments sont appelés arcs.

Un arc u de l'ensemble U est défini par une paire ordonnée de sommets. Lorsque $u = (a, b)$, on dira que l'arc u va de a à b . On dit aussi que a est l'extrémité initiale et b l'extrémité terminale de u .

Exemple:

$$G=(X, U)$$

$$X= \{A, B, C\}$$

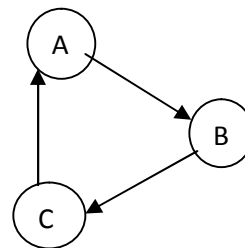
$$U= \{(A, B), (B, C), (C, A)\}$$

$$(B, A) \notin U$$

$$T(B, C) = C$$

I: Définie l'application extrémité initiale de l'arc (B, C) .

T: Définie l'application extrémité terminale de l'arc (B, C) . $(B, C) = B$



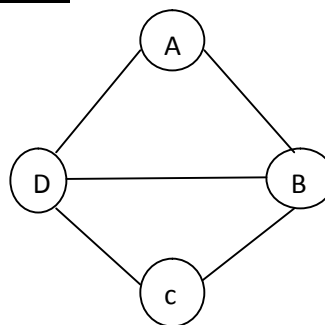
➤ **2.3 Graphe non orienté**

Exemple

$$X= \{A, B, C, D\}$$

$$E= \{BA, BD, BC, CD, DA\}$$

$$E = \{AB, DB, CB, DC, AD\}$$

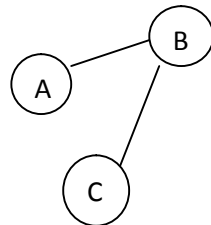


Un graphe $G = (X, E)$ est formé de deux ensembles : Un ensemble $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ dont les éléments sont appelés sommets, et un ensemble $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ dont les éléments sont appelés arêtes, reliant les sommets dans un ordre non important. Une arête de l'ensemble E est définie par une paire non-ordonnée de sommets, appelés les extrémités de e .

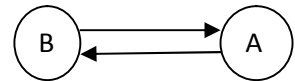
➤ 2.4 Graphe simple:

Un graphe est simple si au plus une arête relie deux sommets et s'il n'y a pas de boucle (une arête ou arc qui relie un sommet à lui-même).

Exemple



$G_2 = (X, U)$ est un graphe simple



$G_1 = (X, E)$ est un graphe simple

➤ 2.5 La notion de connexité:

Est une relation entre deux sommets d'un graphe défini comme suit: Deux sommets x, y ont une relation de connexité il existe une chaîne entre x et y ou bien $x=y$

➤ 2.5.1 Composante connexe:

On appelle composante connexe, un ensemble de sommets qui ont deux à deux la relation de connexité, de plus tout sommet en dehors de la composante n'a pas de relation de connexité avec les sommets de cette composante .

➤ 2.5.2 Graphe connexe:

Un graphe sera dit connexe si, pour tout couple de sommets, il existe une chaîne allant de l'un à l'autre; Autrement dit, si G contient une seule composante connexe.

➤ 2.5.3 La notion de forte connexité:

Deux sommets x et y ont une relation de forte connexité s'il existe un chemin de x à y et un chemin de y à x ou $x=y$

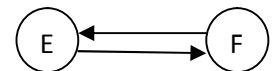
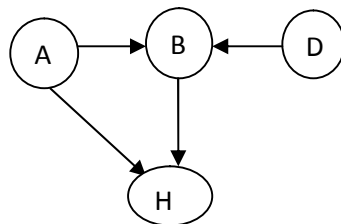
Exemple :

Il existe une chaîne entre les sommets A et D notée $C=(A, B, D)$, alors A et D ont une relation de connexité.

- Il n'existe pas une chaîne entre les sommets A et E , alors A et E n'ont pas une relation de connexité.

- Les sommets A, B, D, H ont deux à deux la relation de connexité, donc l'ensemble $\{A, B, D, H\}$ forme ainsi la 1^{ère} composante connexe, on le note C_1 .

- L'ensemble $\{E, F\}$ forme la composante fortement connexe C_2 .²



➤ 2.6 Cheminements dans un graphe :

Le cheminement dans la théorie des graphes sont de quatre types : la chaîne, le cycle, le chemin et le circuit.

²Ordonnancement de la chaîne de production à l'unité moteur et présentation aux niveaux de l'électro-industrie Azazga
Mémoire licence en recherche opérationnelle présenté par M^{lle} Nait Kaci Ourdira et Bellal Nacera

➤ **2.6.1 Chaîne :**

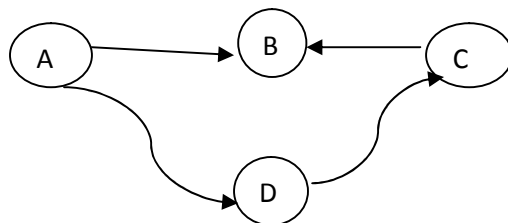
C'est une suite de sommets et d'arcs $[x_1, u_1, x_2, u_2, \dots, x_i, u_i, x_{i+1}, \dots, x_k]$ telle que x_i et x_{i+1} soient les extrémités de u_i . x_1 et x_k sont les extrémités de la chaîne.

Exemple : Dans un graphe G, la suite des sommets suivants (A,B,C,D) est une chaîne joignant A et D



➤ **2.6.2 Cycle :**

C'est une chaîne simple ayant ses extrémités confondues. Tout cycle admet deux sens de lecture. Un graphe est dit *acyclique* s'il ne possède pas de cycle.



➤ **2.6.3 Chemin :**

C'est une suite de sommets et d'arcs $[x_1, u_1, x_2, u_2, \dots, x_i, u_i, x_{i+1}, \dots, x_k]$, telle que $x_i = I(u_i)$ et $x_{i+1} = T(u_i)$. x_1 et x_k sont les extrémités du chemin.

Exemple : Dans un graphe G, la suite de sommets suivante (A, D, C, E) est une chaîne joignant A à E

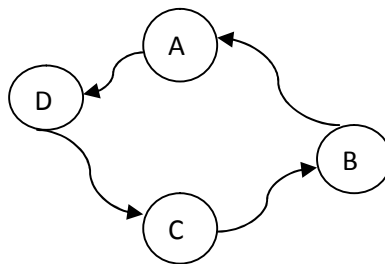


➤ **2.6.4 Circuit.**

Le circuit est, pour le chemin simple, ce qu'est le cycle pour la chaîne ; soit un chemin dont les extrémités sont confondues.

Exemple :

dans le graphe G la suite suivante **(A,D,C ,B,A)** est un circuit .

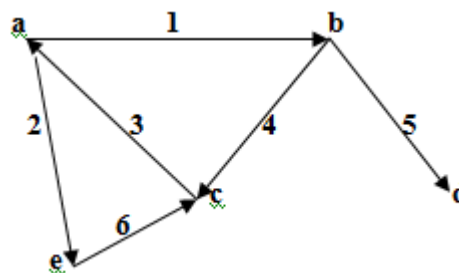


Remarque

« Chemin » et « circuit » sont des notions orientées ; ce qui n'est pas le cas de « chaîne » et « cycle ».

Dans la suite, un « C » désignera une chaîne, un cycle, un chemin ou un circuit.

un « C » est dit simple s'il n'utilise aucun arc (ou arête) plus d'un fois. de plus, si « C » emprunt tous les arcs du graphe, il sera dit eulérien



$[a,1,b]$, $[e,2,a,1,b,5,d]$ sont des chaînes.

$[a,1,b,4,c,3,a]$, $[b,4,c,6,e,2,a,1,b]$ sont des cycles.

$[a,1,b]$, $[c,3,a,1,b,5,d]$, $[b,4,c,3,a,1,b,5,d]$ sont des chemins.

$[c,3,a,1,b,4,c]$ et $[e,6,c,3,a,2,e]$ sont les seuls circuits du graphe.

➤ **2.7 Graphe biparti**

$G = (X, U)$ est un graphe *biparti* si :

- a) Il existe une 2-partition (ou bipartition) de X en X_1 et X_2 .
- b) Il n'existe pas de relation entre les éléments du même sous-ensemble ; soit :
 - $X_i \neq \phi, i=1,2$
 - $X_1 \cap X_2 = \phi$
 - $X_1 \cup X_2 = X$
 - $\forall x, y \in X_i, i=1,2, (x, y) \notin U$ et $(y, x) \notin U$.

Un tel graphe est noté $G = (X_1, X_2, U)$.

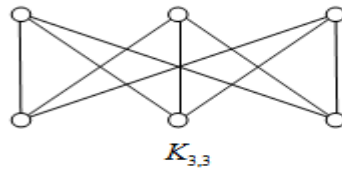
➤ **2.7.1 Graphe biparti complet**

$G = (X, U)$ est *biparti complet*, de bipartition X_1 et X_2 , si :

- a) G est biparti
- b) Tout élément de X_1 est relié à tout élément de X_2 .

Si $|X_1| = p$ et $|X_2| = q$, le graphe est noté $K_{p,q}$.³

³ Cour théorie des graphes, Master 02 recherche opérationnelle .



3-Problèmes d'ordonnancement:

Les problèmes d'ordonnancement sont très variés par nature. On les rencontre dans de nombreux domaines. En fait, tous les secteurs sont concernés par les problèmes d'ordonnancement au sens large:

Dans un problème d'ordonnancement interviennent deux notions fondamentales :

Les tâches et les ressources, une tâche est un travail dont la réalisation nécessite un certain nombre d'unités de temps, et d'unités de chaque ressource. Une ressource est un moyen, technique ou humain, dont la disponibilité limitée ou non est connue à priori.

Dans cette partie, nous présenterons des notions et définitions nécessaires pour la compréhension de la théorie de l'ordonnancement.

➤ 3-1Atelier- schéma rapide d'organisation et de fonctionnement:

Un atelier est formé de machines reliées par les moyens de transport (de façon analogue, un ordinateur est constitué de composants: mémoire, processeur, reliées par des connexions). Il est destiné à fabriquer des pièces (Dont le modèle théorique est appelé job), elles-mêmes se décomposant en diverses tâches, et ce travail nécessite des ressources.

➤ **3.1.1 Notion du projet:**

Nous appellerons << projet >> un ensemble d'opérations qui doivent permettre d'atteindre un objectif clairement exprimable et présentant un certain caractère d'unicité.

➤ **3-1-2 Tâches et travail:**

Une opération appelée aussi une tâche est un travail élémentaire à être localisé dans le temps par des dates de début d'exécution et de fin d'exécution dont la réalisation nécessite un certain intervalle de temps appelé durée d'exécution.

Un produit est une succession de plusieurs opérations élémentaires appliquées à une matière première ou à un produit intermédiaire. Dans le cas général, ces opérations sont partiellement ordonnées dans le temps selon un graphe de précedence appelé gamme de fabrication.

➤ **3-1-3 Machines:**

Une machine est un appareil ou un ensemble d'appareils capables d'effectuer un certain travail ou de remplir une certaine fonction, soit sous la conduite d'un opérateur, soit d'une manière autonome. Elle est conçue par des ingénieurs dont le maître à penser est l'ordre technico-économique et non l'humain.

Dans le cadre des problèmes d'ordonnancement d'atelier, une machine peut représenter aussi une ressource utilisée pour mener à bien un projet.

Dans un atelier, un étage représente un ensemble de machines disposées en parallèle, chacune d'entre elles peut réaliser,

éventuellement avec des performances différentes, une même opération sur un produit donnée.

➤ **3-1-4 Ressources:**

Une ressource est un moyen technique ou humain destiné à être utilisé pour la réalisation d'une tâche et disponible en quantité limitée avec sa capacité.

Plusieurs types de ressources sont à distinguer:

- **Une ressource renouvelable:**

Si, après avoir été utilisée par une ou plusieurs tâches, elle est à nouveau disponible en même quantité (les hommes, les machines, l'espace, l'équipement en général...). La quantité de ressource utilisable à chaque instant est limitée. Dans ce cas on distingue deux types de ressource :

1-Les ressources disjonctives: (ou non partageables) qui ne peuvent exécuter qu'une tâche à la fois (machine outil, robot manipulateur)

2-Les ressources cumulative :(ou partageables)qui ne peuvent exécuter qu'une tâches simultanément (équipe d'ouvriers ,poste de travail).

- Une ressource consommable:** Matière première, budget.., la consommation globale au cours du temps est limitée. Une ressource est doublement contrainte lorsque son utilisation instantanée et sa consommation globale sont toutes deux limitées (source d'énergie, financement,...etc.).

➤ **3.2 Définitions générales des problèmes d'ordonnancement:**

Un problème d'ordonnancement consiste à organiser dans le temps la réalisation de tâches, compte tenu de contraintes temporelles (délais, contraintes d'enchaînement, etc ...). Et de contraintes portant sur l'utilisation et la disponibilité des ressources requises pour les tâches, et visant à minimiser (maximiser) un certain critère d'optimalité.

Un problème d'ordonnancement est caractérisé par deux ensembles:

Un ensemble de n tâches $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ et un ensemble de m machines

$M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$. Dans ce cas, une machine est considérée comme ressource. Ordonner c'est assigner les tâches de l'ensemble T aux machines de l'ensemble M , dans l'ordre de compléter toutes les tâches sous des contraintes imposées. De nombreuses contraintes peuvent être imposées, on s'intéresse essentiellement aux contraintes dues à une relation de dépendance entre les tâches, on note " i préc j " et on dit " i précède j " si la tâche j ne peut commencer son exécution que si la tâche i a été terminée. Cette relation est donnée par un graphe de précédence $G(V, E)$ et V est l'ensemble des tâches et un arc (i, j) est dans E si et seulement si " i préc j ".

L'exécution d'une tâche peut être interrompue et reprise plus tard, avec ou sans résumé, une tâche est reprise à partir du point où elle a été interrompue ou elle est reprise du début.

Un problème est statique ou dynamique (on line ou offline), si ses paramètres (les durées d'exécution, les dates de disponibilités, etc) sont, respectivement, connus à priori ou à posteriori. Il est déterministe ou stochastique si, respectivement, ses paramètres sont connus et donnés ou suivent une distribution de probabilité.

➤ **3.3 Caractéristiques des machines et des tâches:**

Un problème d'ordonnancement est défini par les caractéristiques des machines et celles des tâches .

➤ **3-3-1 Caractéristiques des machines:**

Les machines peuvent être en parallèle, faisant la même fonction, ou spécialisées dans l'exécution de certaine opération (une tâche est constituée de plusieurs opérations), dans ce cas, les machines sont disposées en séries. On distingue trois types de machines parallèles dépendant de leurs vitesses. Si elles ont la même vitesse d'exécution des tâches, elles sont dites identiques. Si elles diffèrent par leur vitesse d'exécution et la vitesse d'une machine est constante et ne dépend pas des tâches, elles sont dites uniformes. Si les vitesses d'exécution des machines dépendent des tâches et sont différentes alors elles sont dites quelconques. Dans le cas des machines spécialisées, il y a trois modèles ou types d'exécution des tâches:

•open shop: L'ordre de passage des n jobs à travers les machines n'est pas prédéfini, il est déterminé au fur et à mesure que l'ordonnancement est construit.

•Flow shop: Les n jobs passent à travers les m machines dans un ordre bien fixé et qui est commun à tous les jobs. Si de plus il existe une contrainte selon laquelle toutes les machines exécutent les n jobs dans le même ordre on parle alors de permutation shop

•Job shop: Chaque job possède son propre mode de passage à travers les machines, remarquons ici qu'un job peut être exécuté plusieurs fois par la même machine.

➤ **3-3-2 -Caractéristiques des tâches:**

A chaque tâche $T_j \in T$, on associe les paramètres suivants:

1- La durée d'exécution p_{ij} de la tâche T_j , sur la machine M_i . dans le cas de machines identiques, le temps d'exécution d'une tâche ne dépend pas de la machine, d'où $p_{ij} = p_j$, $i=1, \dots, m$. Si les machines sont uniformes alors $p_{ij} = P_j b_i$, $i=1, \dots, m$; où p_j est une durée d'exécution de référence, mesurée usuellement sur la machine la moins rapide et b_i est le facteur vitesse d'exécution de la machine M_i .

2- La date d'arrivée ou date de disponibilité r_j , la date où la tâche T_j est prête pour l'exécution. Si les dates d'arrivée sont les mêmes pour toutes les tâches, on suppose que $r_j=0$, $j=1, \dots, n$.

3- La date de fin d'exécution au plus tard d_j . Appelée aussi date de fin échue ou date de fin souhaitée. Si la tâche termine son exécution après cette date, elle encourt une pénalité.

4- La date de fin impérative d . Si la tâche termine son exécution après cette date, elle ne risque pas seulement une pénalité mais des problèmes surgiront, soit l'atelier est bloqué ou la machine tombe en panne, etc.

5- Le poids ou la priorité w_j , il exprime une urgence dans l'exécution de la tâche T_j .

6- La date de fin d'exécution C_j , en général, c'est une variable à déterminer.

7- Le décalage $L_j = C_j - d_j$. Le temps total durant lequel, la tâche est autorisée à rester dans l'atelier.

8- Le retard $D_j = \max \{ c_j - d_j, 0 \}$

9- L'avance $E_i = \max (0 - L_i)$.

10- L'indication de retard $U_i = 0$ si $c_i < d_i$ et $u_i = 1$ sinon.

➤ **3-4 Modélisation:**

➤ **3-4-1 Variable de décision:**

Les variables sont différentes selon qu'elles concernent des décisions sur le temps (variables d'ordonnancement) ou sur les ressources (variables d'affectation).

- **3-4-2 Contraintes:** Une contrainte exprime des restrictions sur les valeurs que peuvent prendre conjointement une ou plusieurs variables de décision. On distingue:

• **Les contraintes temporelles:** composé de

-Contraintes de temps alloué: issues généralement d'impératifs de gestion et relative aux dates limites des tâches ou la durée total d'un projet.

-Contraintes d'antériorité et plus généralement contrainte de cohérence technologique, qui décrivent des positionnements relatifs devant être respectés entre tâche.

• **Les contraintes de ressources:**

-Contraintes d'utilisation de ressources qui expriment la nature et la quantité des moyens utilisés par les tâches, ainsi que les caractéristiques d'utilisation de ces moyens.

-Contraintes de disponibilité des ressources qui précisent la nature et la quantité des moyens disponible au cours du temps.

➤ **3-4-3 Objectif et critères d'évolution:**

Lorsqu'on aborde la résolution d'un problème d'ordonnancement, on peut choisir entre deux grands types de stratégies, visant respectivement à l'optimalité des solutions par rapport à un ou plusieurs critères, ou plus

simplement à leur admissibilité vis-à-vis des contraintes.

. A-Critères:

L'approche par optimisation suppose que les solutions candidates à un problème puissent être ordonnées de manière rationnelle selon un ou plusieurs critères d'évaluation numérique permettant d'apprécier la qualité des solutions: on cherche à maximiser ou minimiser de tels critères. On note par exemple ceux :

Liés au temps:

-Le temps total d'exécution ou le temps moyen d'achèvement d'un ensemble de tâches.

-Les retards par rapport aux dates limites fixées.

Liés aux ressources:

- La quantité maximale, moyenne ou pondérée de ressources nécessaires pour réaliser un ensemble de tâches. -La charge de chaque ressource.

Liés aux coûts :

Le coût de lancement, de production, de transport, de stockage mais aussi aux revenus, aux retards d'investissement

➤ 3-5 Les caractéristiques générales d'ordonnancement

➤ 3-5-1 Ordonnancement admissibles:

Un ordonnancement est dit admissible s'il respecte toutes les contraintes du problème (dates limites, précédences, limitation des ressources,...) On parle de glissement à gauche local lorsqu'on avance le début d'une tâche sans remettre en cause l'ordre relatif entre les tâches. On parle de glissement à gauche global lorsqu'on avance le début d'une tâche en modifiant l'ordre relatif entre au moins deux tâches.

➤ **3-5-2 -Ordonnancement semi- actif:**

Dans un ordonnancement semi-actif, aucun glissement à gauche local n'est possible ; on ne peut avancer une tâche sans modifier la séquence sur la ressource.

➤ **3-5-3 Ordonnancement actifs:**

Dans l'ordonnancement actif aucun glissement à gauche-local ou global n'est possible. Aucune tâche ne peut être commencée plus tôt sans reporter le début d'une autre.

➤ **3-5-4 Ordonnancements sans retard:**

Dans un ordonnancement sans retard, on ne doit pas retarder l'exécution d'une tâche si celle-ci est en attente et si la ressource est disponible.⁴

⁴ Ordonnancement dans une chaîne de production par Ms project, cas Fabrication d'un moyeu de production de moule injection plastique domino à L'Eniem présenté par :M^{elle} Smail sadia et Melle smail kahina.

1-Introduction :

L'Ordonnancement ou (Scheduling) est la technique de contrôle de la production dont le but est de permettre la réalisation du programme de production. Il se caractérise par la sélection, le séquençage et l'affectation des opérateurs à des tâches à réaliser sur des postes de travail individuels.

Cette réalisation doit amener la satisfaction du client en respectant le cahier des charges, les délais, et les coûts. Pour cela il faut effectuer deux types de gestions:

- une gestion technique : spécifications, délais,
- une gestion économique : coûts, prix de revient ...

Les différentes méthodes utilisées permettent de faire apparaître clairement et rapidement les données liées à la réalisation d'un projet, telles que :

- Les temps, les délais.
- Les moyens, ou ressources.
- Les coûts.

Les méthodes d'ordonnancement permettent donc d'élaborer un graphe qui représente l'ensemble des tâches composant le projet ainsi que les liens qui existent entre elles. Sur le graphe, apparaissent également la durée de chaque tâche, la date à laquelle elle peut débuter au plus tôt et au plus tard.

Nous nous intéresserons donc dans ce chapitre aux outils de résolution des problèmes d'ordonnancement tel que le diagramme de GANTT ainsi qu'à la méthode PERT.

2-Définition de diagramme de Gantt :

Un diagramme de Gantt est un outil de gestion de projet aidant à la planification et à l'ordonnancement de projet

de toutes tailles, bien qu'ils soient particulièrement utiles pour simplifier des projets complexes. Les échéanciers et les tâches de gestion de projet sont convertis en un graphique à barres horizontales, indiquant les dates de début et de fin, ainsi que les dépendances, la planification et les échéances, y compris la quantité de tâche réalisée par étape et qui est chargé de la réalisation le propriétaire de la tâche. Ceci est utile pour garder les tâches sur la bonne voie lorsqu'il y a une grande équipe et plusieurs parties prenantes lorsque la portée change.

Comme il s'agit d'un graphique à barres, il est possible de vérifier les progrès d'un simple coup d'œil. Vous pouvez facilement voir :

- Une présentation visuelle de l'ensemble du projet,
- Les échéanciers et les délais de toutes les tâches,
- Relations et dépendances entre les différentes activités,
- Phases du projet

Les solutions de gestion de projet qui intègrent des diagrammes de Gantt donnent aux responsables une visibilité sur les charges de travail des équipes, ainsi que sur la disponibilité actuelle et future, ce qui permet une planification plus précise. Les diagrammes de Gantt existent depuis près d'un siècle, ayant été inventés par Henry Gantt, un ingénieur mécanicien américain, vers 1910.⁵

2.1-Comment utiliser un diagramme de Gantt :

Le concept sous-jacent d'un diagramme de Gantt est de cartographier les tâches qui peuvent être effectuées en parallèle et celles qui doivent être effectuées de manière séquentielle. Si nous combinons cela avec les ressources du projet, nous pouvons explorer le compromis entre la portée (faire plus ou moins de travail), le coût (utiliser plus ou moins de ressources) et les échelles de temps du projet. En ajoutant plus de ressources ou en réduisant la portée, le chef de projet peut voir l'effet sur la date de fin.

Pour créer un graphique, vous devez connaître toutes les tâches individuelles nécessaires à la réalisation du projet, une estimation de la durée de chaque tâche et

⁵ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGER.

quelles tâches dépendent des autres. Le processus même de rassembler ces informations aide un chef de projet à se concentrer sur les parties essentielles du projet et à commencer à établir un calendrier réaliste pour l'achèvement.

2.2-Importance du diagramme de Gantt :

Il y avait peu d'outils ou de techniques utilisés pour identifier et gérer les activités du projet avant la création du diagramme de Gantt, tels que

- Babillard
- Tableaux Post-It
- Listes de tâches

Cependant, ces outils et techniques ne pourraient pas donner une meilleure image d'un calendrier de projet. Et c'est là que le diagramme de Gantt se démarque.

- Il montre la structure de répartition
- Il montre les dépendances
- Il montre le calendrier prévu
- Il montre les progrès actuels
- Il montre la ligne de base du calendrier
- Il montre les ressources affectées
- Il montre la priorité des tâches
- Il montre le chemin critique
- Il montre la tâche la plus court ainsi que la plus longue

2.3-Avantages du diagramme de Gantt

Le diagramme de Gantt présente des avantages distincts, principalement du point de vue des chefs de projet et des parties prenantes du projet.

Il est facile pour les parties prenantes de comprendre le calendrier, cela apporte de la clarté à tout le monde : lorsqu'un projet va commencer et se terminer, l'équipe peut gérer son temps en conséquence, cela établit également la responsabilité entre les

parties prenantes, cela permet à l'équipe de mieux coordonner les activités du projet permettant ainsi à l'équipe d'améliorer l'efficacité globale.

- C'est facile à comprendre
- Il donne la clarté des dates
- Il permet la gestion du temps
- Il apporte de l'efficacité
- Il assure la responsabilité en termes de calendrier
- Il attend une coordination entre les parties prenantes afin de livrer le projet selon le calendrier

2.4-Inconvénient du diagramme de Gantt⁶ :

Cependant, le diagramme de Gantt a ses propres limites, telles que :

- fastidieux si l'on a besoin de le garder à jour régulièrement
- Peut devenir ingérable pour un plan de projet détaillé
- Quantité de travail attendue imprécise
- Pas facile de tout visualiser sur un seul papier

2.5-Conseils pratiques :

En prenant en considération les avantages et les défauts de la méthode, il est conseillé, en fonction des conditions concrètes du chantier, de prendre l'une des mesures suivantes, ou toutes les mesures à la fois :

1. Actualiser le planning GANTT autant de fois que nécessaire en cours d'exécution des travaux.
2. Associer le planning à barres avec le planning à court terme et avec un suivi de chantier serré.
3. Associer le planning à barres avec l'une de méthodes de planification à réseaux.

⁶ <http://blog.zilicus.com/what-is-a-gantt-chart-advantages-limitations-gantt-chart/>

2.6-Domaine d'application :

Représentation des processus de construction sans spécification particulière de fabrication : programme de construction de préfabriqués, planning d'emploi de matériel, et de main d'œuvre,

3-Définition de La méthode De PERT :

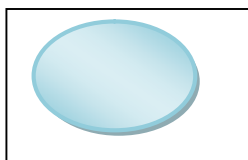
La méthode de PERT est une méthode systématique de planification, de contrôle, et de correction des défaillances.

La méthode PERT consiste à représenter un problème d'ordonnancement de projet par un graphe dit "réseau PERT" ou "diagramme événements tâches" qu'on note $R = (X, U, d)$, ce réseau PERT est un graphe orienté dont les :

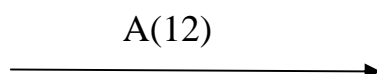
- **Sommets** sont les étapes,
- **Les arcs** sont les tâches,
- A chaque tâche est associée une durée,
- Chaque tâche a une liste de sens antécédents (tâches qu'il faut avoir terminées pour commencer la tâche en question) : c'est les contraintes d'antériorités

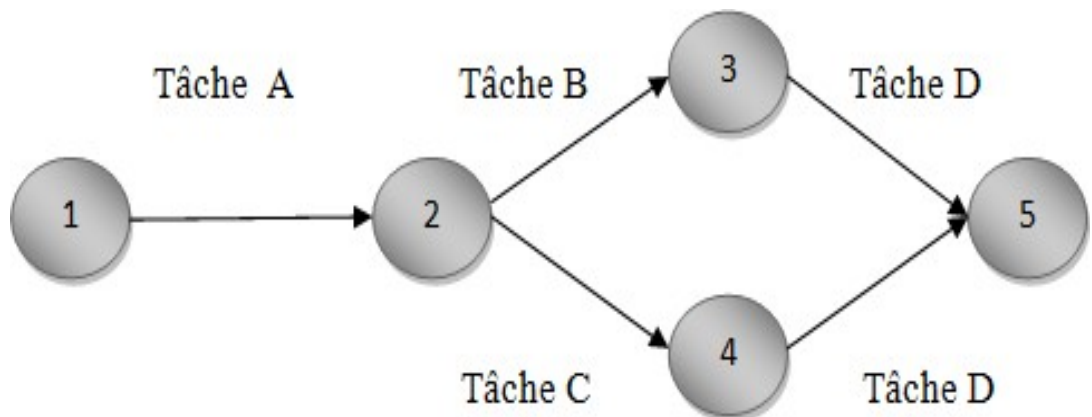
La représentation graphique de réseau PERT est la suivante :

- **Étape** : c'est un état de commencement ou fin d'une tâche. Une étape n'a pas de durée. On symbolise une étape (ou nœud) par un cercle.
- Chaque étape à sommet début et un sommet de fin.

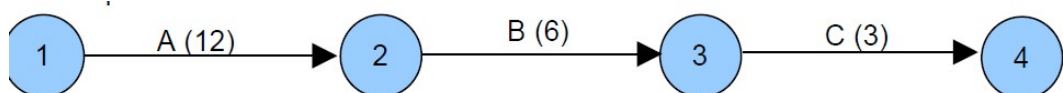


- **Tâche** : c'est le déroulement dans le temps d'une opération. La tâche a une durée de réalisation. Elle est symbolisée par un vecteur (ou arc orienté) sur lequel seront indiqués le nom de la tâche et sa durée



Exemple de réseau de PERT**Réseau de PERT****Remarque :**

- La longueur des arcs n'est pas proportionnelle au temps d'exécution.
- Pour alléger la représentation, on ne note pas le nom complet de la tâche, mais une lettre ou un code qui la représente.
- Exemple : dans un projet d'agence d'entretien des avions, la tâche A est le nom de la tâche nettoyer l'intérieur de l'appareil.

3.1-Tâches successives :

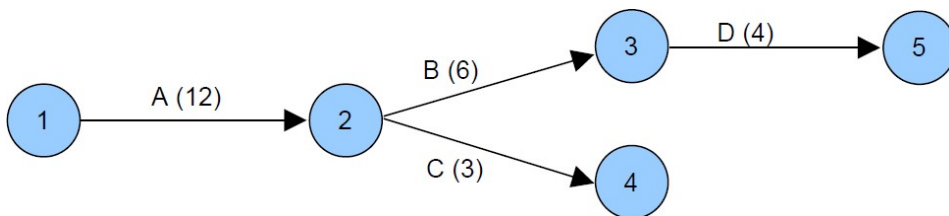
B ne peut commencer que si A est terminée (A précède B , ou A est antériorité de B) .

C ne peut commencer que si A et B sont terminées (A et B précèdent C, ou A et B sont antériorité de C, ou A et B enclenchent C). Remarque : en fait B terminée suffit, sinon il y a redondance. La contrainte d'antériorité qui lie A à C n'a pas besoin d'être représentée.

3.2- Tâches simultanées :

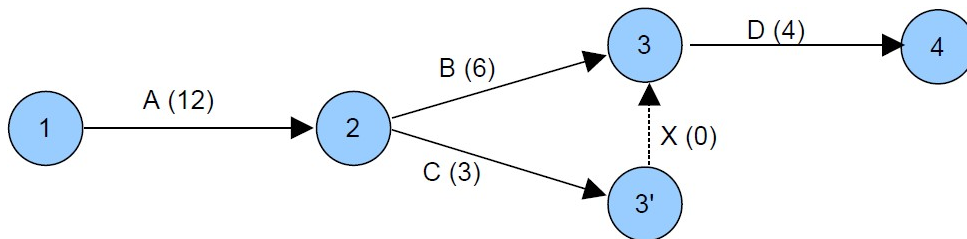
Elles peuvent commencer en même temps en partant d'un même étape,

Exemple : [1]



D ne peut commencer que si B est terminée

Si l'on souhaite que D ne commence que si B et C sont terminés :



Du fait de la règle de construction qui interdit de faire se dérouler les deux tâches B et C simultanément, nous utilisons une tâche x (0) dite « tâche fictive » qui sert à représenter ce type de contraintes de liaison (contraintes d'antériorité). Il s'agit d'une tâche dont la durée et le coût sont nuls. On la représente en pointilles.

3.3-Tâches convergentes :

Plusieurs tâches peuvent se terminer sur un même étape

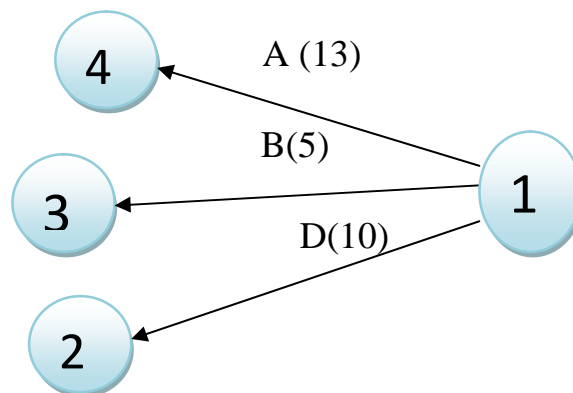
Exemple :

Ici, la tâche A (12) a une durée de 12 unités de temps, B(6) a une durée de 6 unités de temps. On constate que la tâche A dure plus longtemps que B. A est dite

« **Pénalisante** ».

Nous pouvons calculer la durée du projet (ici : $12+3 = 15$ unités de temps) en prenant le chemin le plus long dit « **chemin critique** ».

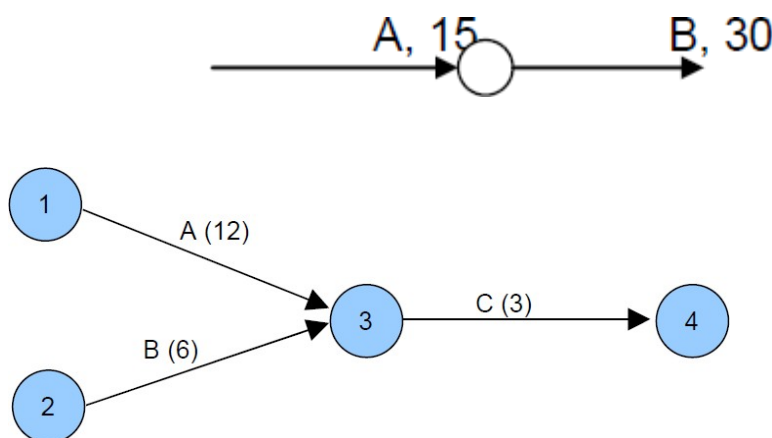
Ce « chemin critique » pourra être repéré en rouge. Les tâches de ce chemin seront à surveiller prioritairement.



- Si le graphe doit débuter par plusieurs tâches simultanées, il ne doit y avoir qu'une seule étape d'entrée (ou étape de début, ou étape de départ). Les étapes seront donc regroupées en une seule étape.

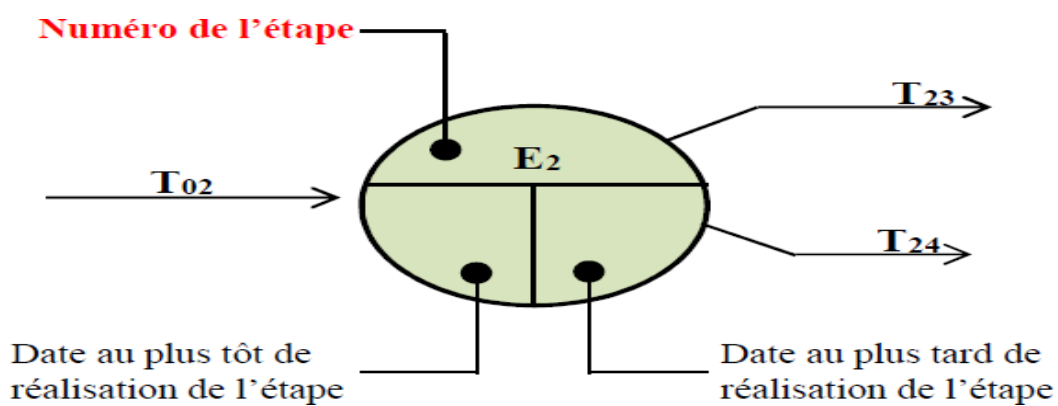
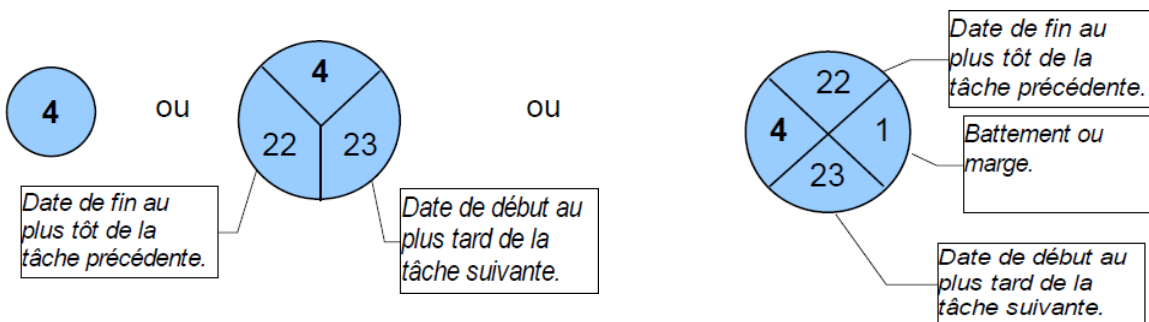
3.4- Les nœuds : Les étapes ou événements

Les nœuds (ou étapes) représentent la fin d'une activité qui devra être terminée avant de commencer la suivante. Si l'on a par exemple le schéma suivant:



Cela signifie qu'il faut avoir terminé l'activité "A" qui dure 15 jours, avant de commencer l'activité "B" qui elle dure 30 jours. Les étapes sont numérotées aux fins de repérage.

Une étape est représentée par un sommet du graphe. On utilise très souvent un cercle (ou toute autre figure géométrique) à l'intérieur duquel il sera possible d'inscrire des lettres ou des chiffres permettant d'individualiser l'étape (fig. suivant). Les étapes ou «nœuds» peuvent être représentés de différentes façons selon les Informations que l'on souhaite mettre en évidence.



- Les caractéristiques d'une étape sont les suivantes :
- Elle marque le début et/ou la fin d'une ou plusieurs tâches ;
- Elle représente un jalon d'avancement dans le temps ;
- Elle ne consomme pas de temps
- Elle n'utilise pas de moyens.

Ce mode de représentation est très intéressant, car lorsque la durée des tâches

élémentaires varie, la « morphologie » du graphe reste la même : seuls les chiffres sont à modifier, le dessin n'est donc pas à reprendre.

- **Le temps mis pour chaque activité**: le temps mis pour chaque activité est généralement inscrit immédiatement après l'activité en question.

Exemple :

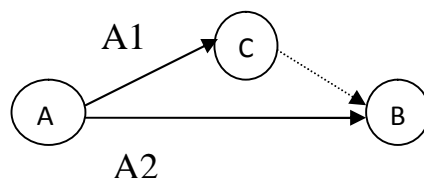
si on estime que le temps mis pour "convoquer une assemblée générale des membres" sera de 15 jours, pour "distribuer les inputs agricoles" de 30 jours et pour "faire des estimations de crédits" de 25 jours, on écrira sur le schéma: A, 15; B, 30; C, 25. Le temps mis pour la réalisation des activités peut être exprimé en heures, en jours, en semaines, en mois et même en années.

Règles strictes à observer dans l'élaboration du schéma

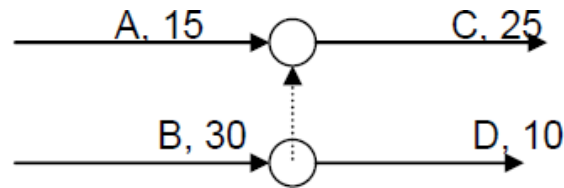
Entre deux nœuds quelconques, il ne peut y avoir qu'une seule activité. C'est pour cela qu'il est interdit de faire un tel schéma

Dans la réalité cependant, il est possible de trouver des cas où avant de réaliser B en partant de A, on utilise deux activités A1 et A2. Selon les règles de PERT, on conseille dans ces cas d'introduire un nouveau nœud C et joindre C et B par des pointillés pour montrer qu'il s'agit là d'une *activité fictive*.

Le mot 'fictive' est ici un terme technique qui n'est pas à confondre avec le langage courant. Activité fictive ne signifie donc pas qu'il s'agit effectivement d'une activité qui n'aura pas lieu du tout, mais soulignera simplement le fait qu'il s'agit entre A1 et A2 d'activités concurrentielles ou complémentaires toutes les deux nécessaires pour qu'on puisse continuer avec l'activité B.



Dans la pratique de PERT, les activités fictives existent chaque fois qu'il faut attendre qu'une activité se réalise avant de commencer l'autre, la chaîne des activités étant néanmoins liée à un autre processus.



Ce schéma signifie qu'il faut avoir terminé A et B avant d'entamer l'activité C. En d'autres termes, bien que l'activité A ne dure que 15 jours, avant d'entamer l'activité C, il faudra attendre 30 jours, car ce n'est que quand B sera terminé qu'on pourra commencer avec C. Ainsi donc, le début tôt de C sera après 30 jours et non pas après 15 jours comme on serait tenté de le croire à prime abord.

Les classements des tâches dans un ordre de succession logique sont influencés par les contraintes physiques, de sécurité des ressources et de Direction.

a. Les contraintes physiques sont celles qui apparaissent aussi souvent qu'une tâche est soumise aux questions ci-après:

- quelles tâches doivent la précéder?
- quelles tâches doivent lui succéder?
- quelles tâches peuvent se dérouler simultanément?

b. Les contraintes de sécurité imposent un certain intervalle dans la succession des tâches pour raison de sécurité.

c. Les contraintes de ressources introduisent des retards dans l'exécution de certaines tâches parce que les moyens nécessaires à leur réalisation ne sont pas disponibles.

d. Les contraintes de main d'œuvre peuvent aussi occasionner des retards dans la succession.

e. Les contraintes de direction peuvent imposer un ordre de succession des tâches par simple décision de la direction.

3.5 - Méthodologie de construction d'un réseau PERT

- Etablir la liste des tâches (faire le partitionnement des tâches en fonction des ressources).

- Déterminer des antériorités : tâches immédiatement antérieures, et tâches antérieures.
- Déterminer les niveaux d'exécution ou rang des tâches (optionnel).
- Construire le réseau PERT.
- Calculer la durée du projet, les dates début et de fin des tâches. Déterminer le chemin critique. Mettre en évidence les marges.

Les étapes de la méthode

- Scinder le projet en activités nécessaires pour sa réalisation
- **Déterminer la dépendance séquentielle des activités** : (c'est-à-dire indiquer l'ordre chronologique des activités à entreprendre): Quelle(s) activité(s) devra (devront) être faite(s) au préalable avant d'entamer A, B, C,J?

Pour répondre à cette question on se fait guider par l'expérience mais aussi par une logique formelle. Une telle planification devra normalement se faire par un groupe de personnes expérimentées connaissant bien le milieu mais aussi la chronologie logique des événements.

- **Détermination des durées approximatives de chaque activité** : Pour déterminer approximativement la durée de chaque activité, l'expérience et les estimations jouent le rôle principal. S'il s'agit par exemple d'une activité de transport, la coopérative saura exactement, compte tenu de l'expérience, combien d'heures, de jours, il faudra pour faire par exemple 100 Km, etc.. Les résultats sont présentés sous forme de tableau.
- **Faire la représentation schématique de la première et de la deuxième étape** : Construction du réseau. Le réseau illustre graphiquement le système représentant les activités d'un projet. Il s'agit d'un modèle logique figurant les rapports entre les activités constitutives et en indiquant l'enchaînement depuis le début jusqu'à la fin du projet. L'une des caractéristiques majeures de ce réseau est qu'il permet de faire apparaître les interdépendances et successions du fait que l'on doit déterminer quand peuvent débiter et se

terminer les activités en fonction les unes des autres.

- **Détermination de débuts tôt et fins tôt** : Ce n'est plus qu'une pure question d'addition. Ainsi, pour déterminer les débuts tôt on se posera la question suivante: "*Quand pourra commencer l'activité A au plus tôt compte tenu (le cas échéant) des activités qui devront précéder A*"? On se posera la même question pour B, C, D Jusqu'à la fin.

Pour la fin tôt on se posera la question : *Quand pourra-t-on terminer par exemple l'activité A au plus tôt ?* Pour terminer nous noterons que le système d'addition et de cumulation pour l'élaboration des débuts tôt et fin tôt se fait "de gauche à droite".

- **Détermination de début tard et fin tard** : A quelle date faudra-t-il au plus tard commencer telle ou telle activité en supposant dès le départ que la fin tard de la dernière activité correspond aussi à la fin tôt. Le système d'addition et de soustraction pour l'élaboration des débuts tard et fin tard se fait « de droite à gauche ».
- **Elaboration d'un tableau récapitulatif**: C'est sur le tableau récapitulatif qu'on se base pour calculer les flottements et le chemin critique. **Les flottements** ou les temps morts sont des périodes de détente où certaines activités peuvent se permettre de traîner. Le **chemin critique** correspond à la séquence de tâches qui détermine la durée totale du projet. Tout retard affectant une tâche du chemin critique est intégralement répercuté sur la durée du projet et donc sa date de fin.
- **Représentation schématique des résultats sous forme de diagramme en bâtonnets.**

Règles de construction du réseau

Pour qu'une tâche puisse commencer, il faut que toutes les tâches qui la précèdent soient terminées.

Exemple :

Pour que la « pose des baignoires » T45 puisse commencer (figure 2)il faut que les tâches « cloisons » T34 et « doublage » T24 soient terminées ; on dit alors que l'étape

est réalisée.

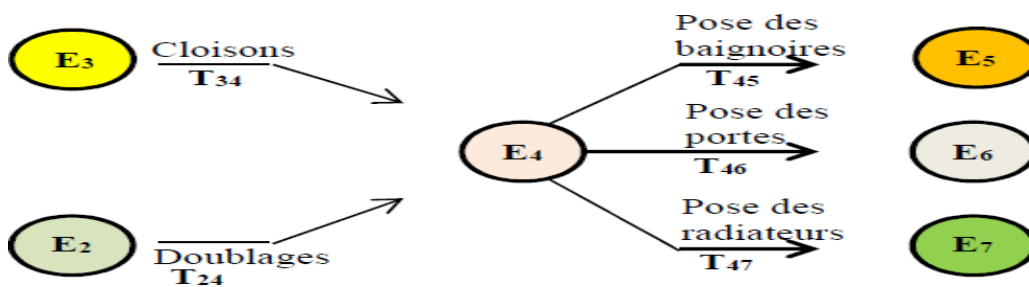


Figure 2

Lorsqu'une étape est réalisée, les tâches qui ont pour origine cette étape peuvent commencer.

Exemple :

Lorsque l'étape E4 est réalisée, les tâches « pose des baignoires » T45 « pose des portes » T46 « pose des radiateurs » T47 peuvent commencer.

Prise en compte des délais

a) L'évaluation des durées

Le graphe étant établi, c'est-à-dire la logique relative au déroulement des tâches étant définie, il est nécessaire d'attribuer à chaque tâche une durée.

Le choix de l'unité de temps est important. Le plus souvent, l'unité la plus réaliste reste la journée. Les temps de chacune des tâches doivent être évalués en collaboration avec les entreprises.

Il est souhaitable que le futur conducteur de travaux de l'entreprise participe à ce travail.

b) Le calcul des dates de réalisation des étapes

- Date de réalisation au plus tôt des étapes. C'est la date la plus proche de l'origine à laquelle on peut réaliser une étape. Pour la calculer, il faut ajouter à la date au plus tôt de chacune des étapes immédiatement précédentes de l'étape considérée la durée de la tâche de liaison. Pour les valeurs obtenues, on choisit la *plus élevée*.

- Date de réalisation au plus tard des étapes. C'est la date limite à laquelle cette étape doit être réalisée afin de ne pas causer un retard dans la réalisation totale du projet.

Pour la calculer, il faut soustraire de la date au plus tard de chaque étape immédiatement suivante de l'étape considérée la durée de la tâche de liaison, puis sélectionner la *plus petite* des valeurs obtenues.

- Marge d'étape : C'est le temps disponible pour réaliser une étape entre la date de réalisation au plus tôt et la date de réalisation au plus tard de cette étape.
- Chemin critique : C'est le chemin le plus long de l'origine du réseau à sa fin. Il peut éventuellement y avoir plusieurs chemins critiques. C'est le chemin critique qui définit la durée totale du projet. Le chemin critique est la succession de tâches dont la marge est nulle
- Etapes critiques : Ce sont les étapes situées sur le ou les chemins critiques.

Exemple : Considérons le graphe reproduit sur la (figure 3.) où l'on attribue à chaque tâche un temps : Après calcul des dates au plus tôt et au plus tard de chaque étape par

	Tâches	Durée (j)
T ₀₁	Menuiseries extérieures	2
T ₁₂	Vitrierie	1
T ₂₅	Coffres de volets roulants	1
T ₀₅	Ragréages et shunts	3
T ₀₃	Colonnes de chauffage	3
T ₃₅	Radiateurs	2
T ₃₄	Gaines de plomberie	3
T ₄₅	Menuiseries intérieures	2

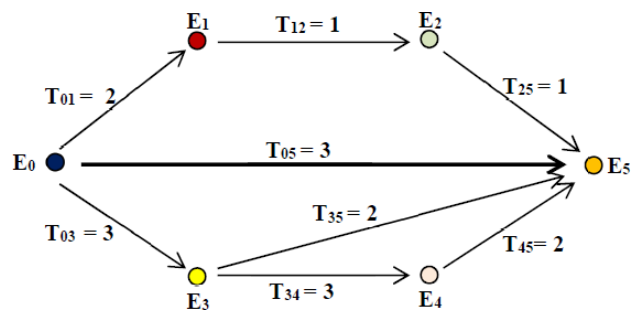


Figure3 : Attribution des durées de réalisation des étapes

L'événement E₀ représente la fin de la structure.
 L'événement E₅ représente le début des cloisons et de doublage.

Les règles que nous venons d'énoncer, on obtient le résultat représenté par la (figure.).

des étapes Le calcul des dates d'accomplissement des tâches :

- Date de début au plus tôt d'une tâche : date de réalisation au plus tôt de son étape d'origine.

Exemple :

Pour la tâche « vitrerie » (T12) : cette date est 2.

- Date de fin au plus tôt d'une tâche : date de début au plus tôt d'une tâche, augmentée de la durée de cette tâche.

Exemple :

pour la tâche (T12), cette date est $(2+1=3)$.

Date de fin au plus tard d'une tâche : date de réalisation au plus tard de l'étape de fin de cette tâche. Exemple : pour la tâche (T12), cette date est 7.

- Date de début au plus tard d'une tâche : date de fin au plus tard de cette tâche, diminuée de sa durée.
- Exemple : pour la tâche (T12), cette date est $(7-1=6)$.
- Marge totale d'une tâche : retard maximal qu'il est possible de prendre dans son exécution sans allonger le délai total de l'opération, mais en acceptant de perturber l'exécution d'autres tâches. On la calcule en faisant la différence entre la date de réalisation au plus tard de l'étape fine de cette tâche et la date de fin au plus tôt de cette tâche.

Exemple :

- pour la tâche (T12), la marge totale est $(7-3=4)$.
- Marge libre d'une tâche : retard maximal qu'il est possible de prendre dans son exécution non seulement sans allonger le délai total de l'opération, mais aussi sans décaler l'exécution d'aucune autre tâche. On la calcule en faisant la différence entre la date de réalisation au plus tard de l'étape fine de cette tâche et la date de fin au plus tôt de cette tâche.

Exemple :

pour la tâche (T12), la marge est $(3-3=0)$. Pour la tâche « ragréage et shunts » (T05), la marge est $(8-3=5)$.

1-Introduction

Dans les 3 chapitres on a vu les méthodes de résolution pour optimiser la durée des travaux à réaliser avant le décollage d'un avion (d'air Algérie), les responsables de ce projet ont proposé à traiter les problèmes non résolus

2-Type de produit et caractéristiques de Microsoft Ms Project

Ms Project : le logiciel de Ms Project signé Microsoft est bien connu et utilisé depuis de nombreuses années par les chefs de Projets Il offre une palette complète de fonctionnalités pour planifier tous vos projets

Microsoft project (MS Project ou également MSP) est un logiciel Microsoft dédié à la gestion de projets.

Il permet au planificateur et aux chefs de projets d'organiser et de piloter

Leurs projets ce plus de gérer les ressources et le budget et l'analyse des donnée ...

2.1-Présentation et concept de Microsoft Ms projet

Ms Project permet la planification d'un projet : il est possible à tout moment de créer des jalons, définir les liens entre chaque tâche, les hiérarchiser. Ms projet A également la capacité d'estimer la durée ainsi que la charge de travail

Nécessaire pour accomplir une tâche. Il permet aussi la création de modèles qui permet à l'utilisateur de respecter une méthodologie ou un processus quelconque. Le projet peut être représenté graphiquement de différentes manières : diagramme de Gantt, réseau des tâches,...

Le pilotage de projet est possible par de multiples façons, telle que la définition de la planification initiale, la saisie de l'avancement des tâches ou bien la déplanification

Il est possible de mettre à jour l'avancement du projet de différentes façons :

- Avec la saisie d'un pourcentage d'avancement
- Avec la mise à jour de la durée réelle et de la durée restante,
- Avec la mise à jour de la quantité de travail effective (qui a été réalisée)et restante .

2.2- Fonctionnalités principales de Microsoft MS Project

La mise en place d'un projet est un enjeu fondamental pour les entreprises les Organismes soucieux d'optimiser l'utilisation de leurs ressources humaine et Matérielles.les décideur et les gestionnaires de projet ont à leur disposition outil Informatique performant, , pour la planification et le suivie d'un projet :

- Conception, réalisation et suivi
 - L'utilité de ce logiciel peut se répartir dans les différentes catégories ci-dessous
1. Modélisation de projets
 2. Plannings
 3. Affectation et suivi du travail des ressources
 4. Gestion des risques

Remarque :

Ms projet n'est pas un logiciel de gestion de projets mais un logiciel de principalement d'aide à la modélisation de projets cette précision est importante

2.3-Planification et pilotage des projets

Microsoft projet permet la planification des projets, c'est-à-dire la création d'un plan il permet la création d'un tâches et de jalons, et de définir des liens entre les tâches Une estimation de durée et de charge nécessaire à la réalisation de chaque tâche Peut ensuite être réalisée.

Microsoft projet propose différentes représentations graphiques du projet : Réseaux des tâches.

Les possibilités de pilotage des projets sont nombreuses :

- la planification initiale,
- L'avancement des tâches,
- Réplanification

3.1.- Les problèmes de Calendrier de projet :

Le calendrier de projet offre les avantages suivants Favorise le suivi ,la création de rapports et de la communication de projet sur l'état d'avancement de projet permet d'assurer la cohérence de l'équipe en ce qui concerne les tâches, les dépendances et les délais.

Ce calendrier permet de définir les jours ouvrables, les jours chômés, les congés etc.,

3.2-Les problèmes d'affectation particulière des ressources:

Au lieu d'utiliser l'affectation standard pendant toute la durée de la tâche et à temps plein, il est possible de modéliser d'autres types d'affectation:

- Affectation à temps partiel (une ressource travaille à mi-temps)
- Affectation discontinue (maintenance des ressources matérielles)

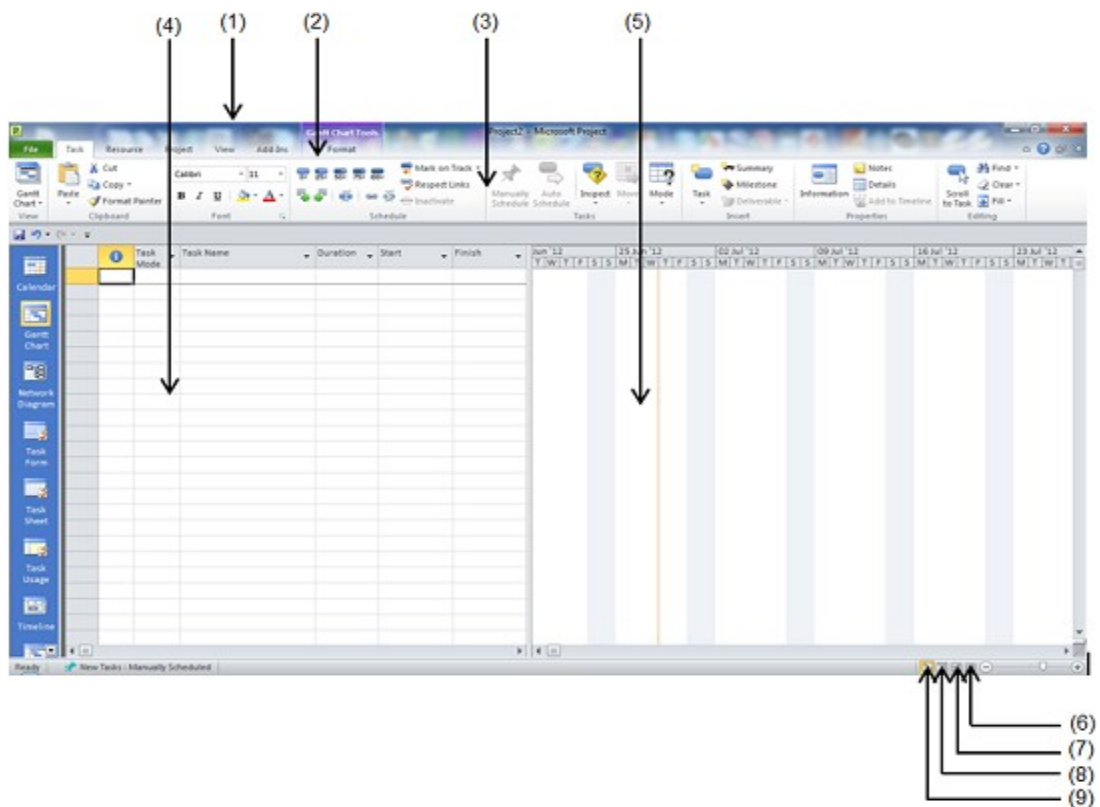
3.3-Les problèmes d'affectation de travail supplémentaire:

Il est parfois nécessaire de recourir à cette méthode pour terminer une tâche à temps.

Pour régler les problèmes énoncé ci-dessus ; nous avons eu recours au logiciel de MS PROJECT.⁸⁸

4-Présentation générale du logiciel Ms projet 2013

La version 2013 du logiciel qu'on a utilisé est présentée



La fenêtre principale du MS Project2013

⁸⁸Bennani Amal, Cour d'initiation à Ms project pour débutant, cours de MSproject .

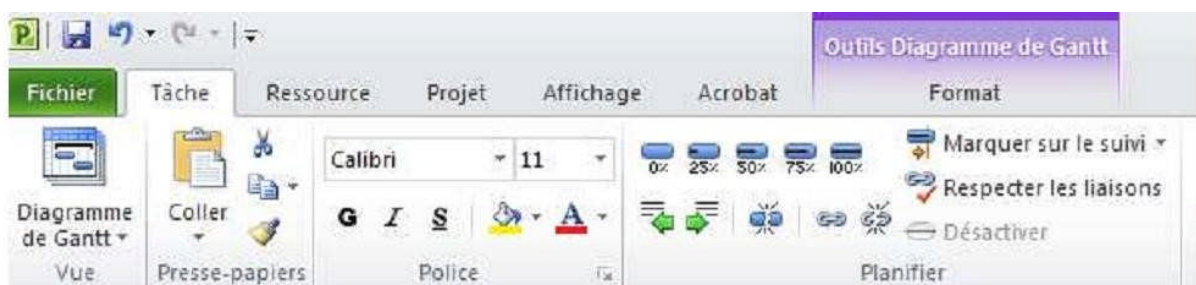
Brièvement ci-dessus. L'écran de MS Project comprend différentes parties, à savoir:

1. La barre de titre qui affiche le nom du logiciel et le nom du projet
2. la barre de menu qui affiche les principales commandes du logiciel
3. barre d'outil
4. La zone de travail du projet
5. La zone d'affichage de diagramme de Gantt
6. Le tableau des ressources
7. Planificateur d'équipe
8. l'utilisation des tâches
9. diagramme de Gantt

4.1-Les fonctionnalités de base du logiciel MS Project2013

A- Le bandeau de démarrage:

MS Project est structuré au tour d'un bandeau dans lequel nous utilisons que 5onglets:



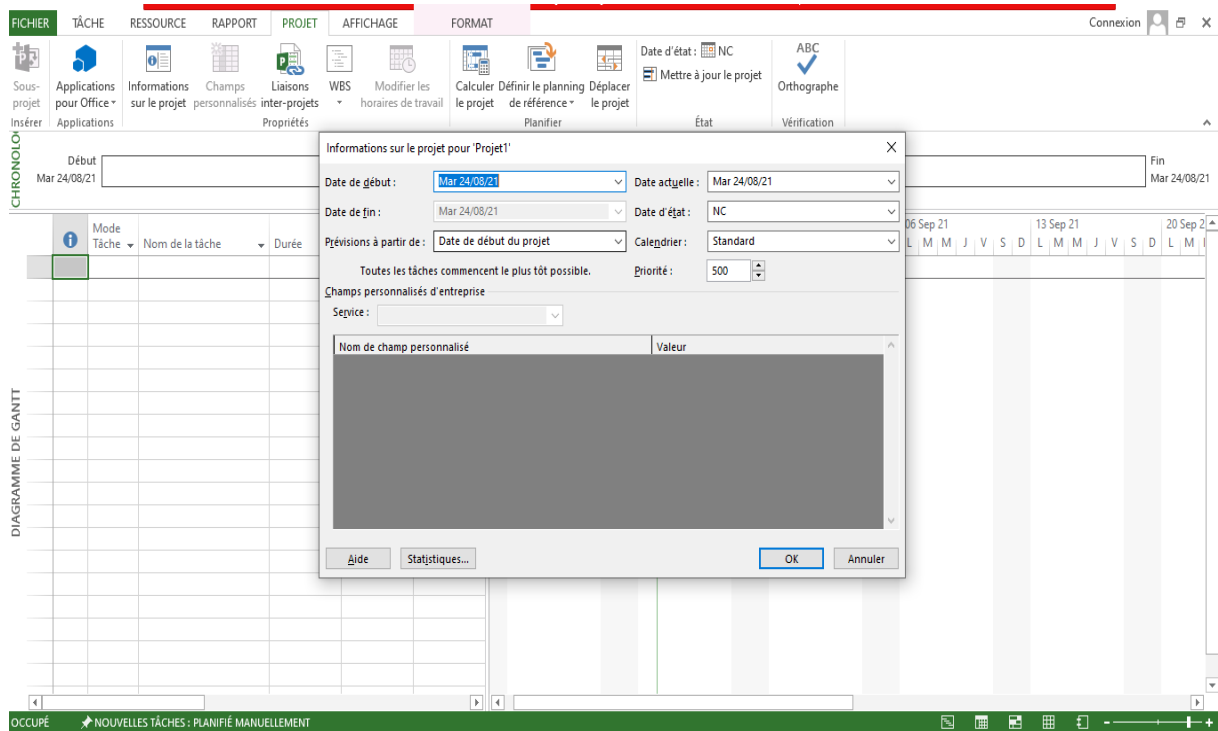
- **Fichier:** L'onglet classique pour enregistrer, imprimé...
- **Tache:** Va permettre de travailler sur les différentes tâches du produit
- **Ressource:** Va permettre de créer les ressources et de les organiser
- **Projet:** Va permettre de définir le projet
- **Affichage:** Pour gérer les paramètres d'affichage du logiciel

B -La mise en place d'un projet:

Les préparations d'un projet sont les suivants:

4.2-Les informations générales sur le projet:

La zone de dialogue "information sur le projet "du menu option permet de saisir des informations générales concernant le projet .



La création d'un nouveau projet nécessite la mise en place d'un calendrier pour ce projet. C'est une étape fondamentale, qui conditionne la durée totale du projet.

5-Ordonnancement des tâches de gestion de notre projet:

Le projet est un ensemble des activités se succédant et ayant pour le but de la réalisation d'un objectif bien déterminé. Un projet passe par plusieurs phases appelées "le cycle de vie du projet" la conception, planification et la réalisation. il existe plusieurs logiciel de la planification et le pilotage des projets, on s'intéresse au logiciel MS Project pour insérer notre tâche, gérer les ressource et analyser les données des projets.

5.1-La description de notre projet:

On s'intéresse au problème de la gestion des opérations d'escapes sur une plateforme aéroportuaire. Les opérations d'escapes sont réalisées par différents prestataires de services, à l'aide de véhicules propres à chaque type d'opération. Ces différents intervenants doivent se coordonner de façon à réaliser les escapes de chaque avion dans le temps imparti, tout en respectant les contraintes d'ordonnancement des tâches pour chaque avion et les contraintes liées à l'utilisation des véhicules de service, on constate qu'une part importante des retards des vols est générée pendant l'escapes des avions à leur poste de stationnement, il est donc intéressant d'étudier ce problème pour chercher des stratégies permettant de minimiser ces retards.

L'avion ne doit être approché qu'une fois ses moteurs arrêtés et ses feux Anti-collision éteints.

Il doit alors être immobilisé à l'aide de cales et balisé à l'aide de cônes de sécurité, dans le respect des procédures de la compagnie ces cônes délimitent une zone de travail « sûre » qui protège l'appareil, et doivent donc rester positionnés pendant toute la durée du stationnement

Donc dans le but de faire le lien entre la théorie et la pratique nous allons nous

intéresser dans ce chapitre à l'optimisation des différents travaux à réaliser pendant le temps d'escale (temps entre l'arrivée et le départ) d'un avion

Pour cela nous allons l'aborder d'une question intéressante quel est le temps minimum nécessaire pour une escale ?

C'est une question plus complexe qu'on ne pouvait s'imaginer, en effet cela dépend sur tout de chaque aéroport MCT

MCT : temps de correspondance minimum

Chaque aéroport l'estime d'ailleurs selon ses infrastructures en effet que vous preniez un escale à Moscou ou bien à Pékin ce n'est pas la même chose, car celle dépend de plusieurs choses :

S'il y a beaucoup de personnel aux contrôles pour pouvoir faire passer suffisamment de voyageurs...

le temps d'escale dépend de type d'appareil (le temps moyen d'escale de l'avion)

Petit porteur : [40 - 45] minutes.

Moyen porteur : [50 - 60] minutes.

Grand porteur : [120 - 240] minutes.

Et le temps minimum de certains aéroports commence à 45 minutes pour certains aéroports et par fois plus de 10 heures, en générale pour les grands aéroports internationaux entre 2 et 4 heures sont largement suffisant c'est même plutôt courant

On va faire notre étude sur (Boeing 737-800)

5.1.1- les étapes de la réalisation de projet :

A-Etude préalable du projet:

Avant d'entamer la réalisation d'un planning prévisionnel du projet, il est nécessaire d'établir une étude préalable. Le but de cette étude est de concevoir et spécifier l'ensemble des informations nécessaires (les tâches, leur durées, leur enchainements et leur ressources) pour l'établissement de ce planning, elle consiste à:

Nous présenterons donc Les différentes actions sur l'avion pendant le temps d'escale (temps entre L'arrivée et le départ de l'avion)

1. Placement de l'aéronef :

- Guider l'aéronef dans son approche du point de stationnement

Méthodes utilisée

Utilisation d'un gestuelle conforme aux recommandations AHM pour indiquer au commandante de bord les manœuvres à effectuer pour positionner l'aéronef en tout sécurité sur son point de stationnement

2. Calage, Balisage de l'aéronef :

- Immobiliser l'aéronef
- Signaler les moteurs et l'extrémité des ailes de la carlingue
- Donner l'autorisation d'approcher

Méthodes utilisée

Calage des trains d'atterrissage

Positionnement des cônes au

Droit des extrémités des ailes et des moteurs

Pouce levé pour autoriser l'approche de l'aéronef

3. Alimenter la cabine en aire conditionné :

- Alimenter la cabine en aire conditionné.

Méthodes utilisées

Positionnement et calage de l'équipement, brachement de l'aéronefs en respectent la méthodologie, communication avec le personnel navigante technique (PNT) pour la connexion la mise en marche l'arrêt et la déconnexion

4. Alimenter électrique de l'aéronef :APU ,GPU, 400HZ

- Alimenter électrique de l'aéronef

Des salariés.GPU (ground power unit).APU (air power unit = moteur auxiliaire à l'arrière de l'avion à réaction)Câble 400 Hz : à partir d'un enrouleur sur la passerelle ou à proximité, trappe au sol

L'ensemble des opérations de l'APU est effectué par le PNT.

Positionnement et calage du GPU.

Déroutage de câbles.

Branchement de l'aéronef en respectant la méthodologie (puissance délivrée, câbles et connexions).

Communication avec le personnel navigant technique (PNT) pour la connexion, la mise en marche, l'arrêt et la déconnexion.

La connexion et la mise en marche sont soumises aux décisions du personnel navigant technique (PNT) et à des procédures dépendant du type d'avion.

Conséquences commerciales et techniques (en cas de défaut en alimentation

électrique des équipements de l'avion)

5. a Gestion opérationnelle de l'aéronef

- Permettre l'assistance de l'aéronef en escale
- Préparer le vol en respectant l'ensemble des procédures

Méthodes utilisées

Des check-lists.

L'échange d'informations et de données avec les personnes au sol.

5. b traitement des passagers à bord de l'aéronef

- Permettre le débarquement et l'embarquement en sécurité des passagers
- Préparation la cabine pour accueillir les passagers

6. Embarquement débarquement des passagers :

❖ à l'aide d'une passerelle

- Permettre le débarquement et l'embarquement des passagers et membres d'équipage directement dans les aérogares.

La Méthodes utilisée

Positionnement de la passerelle au contact de l'aéronef.

Vérification du respect des règles de sécurité applicables.

Communication avec le personnel navigant de cabine (PNC) pour l'ouverture des portes et le débarquement des passagers.

❖ à l'aide d'un escalier mobile

Permettre le débarquement et l'embarquement des passagers et membres d'équipage.

- Servir d'accès à l'aéronef pendant l'escale

Approche, positionnement et immobilisation du matériel.

Mise à niveau de la volée d'escalier et de sa plate-forme par rapport à l'aéronef.

Communication avec le personnel navigant de cabine (PNC) pour l'ouverture des portes et le débarquement des passagers.

❖ **Transport de passagers sur les aires**

Transporter les passagers par véhicule entre l'aérogare et l'aéronef et retour.

Transporter des passagers point à point.

❖ **Transport de passagers à mobilité réduite par véhicule**

Transporter les passagers à mobilité réduite par véhicule entre l'aérogare et l'aéronef et retour.

Assister les passagers pour quitter l'aéronef ou s'y installer.

Approche, positionnement et immobilisation du matériel.

Élévation du fourgon du camion.

Accostage de l'aéronef à la hauteur d'une porte.

Ouverture de la porte de l'aéronef (selon les instructions de la compagnie aérienne).

Transfert du passager installé dans une chaise roulante ou sur un brancard.

7. Chargement déchargement

❖ à l'aide d'un tapis convoyeur à bonde

❖ Ou bien à l'aide d'une plate-forme élévatrice Charger ou bien décharger la marchandise (bagages, fret, poste) l'aéronef



- ❖ Approche, positionnement et immobilisation du matériel.

Levage de la plate-forme avant.

Ouverture de la porte de la soute.

Accès à la soute.

Manutention des conteneurs ou palettes : translation, rotation, élévation.

Transfert vers la soute et vers les chariots.

- ❖ A l'aide d'un convoi chariots

- Acheminer ou évacuer les bagages et le fret.

Positionnement des chariots à proximité d'un tapis convoyeur ou d'un loader.

Transfert manuel des bagages et du fret (vrac, conteneurs, palettes...).

- ❖ Transfert de bagages en correspondance courte

Acheminer les bagages en correspondance courte.

Identification et acheminement des bagages en correspondance

- ❖ Transfert à l'aide d'un camion ou d'un tracteur

Manutention, (dé)chargement, arrimage des contenants, en collaboration avec les

équipes de manutention

- ❖ Transfert de palettes et conteneurs à l'aide d'un transporteur rapide de transport (TRT)

Positionnement au contact des racks de stockage, du train de chariots ou du loader.

Transbordement des palettes et conteneurs.

Transfert sur courte distance et ajustement en hauteur

8. Armement cabine

- Mettre à bord de l'aéronef le matériel d'armement de la cabine

Approche, positionnement et immobilisation du matériel.

Élévation du fourgon du camion.

Accostage de l'aéronef à la hauteur d'une porte.

Ouverture de la porte de l'aéronef (selon les instructions de la compagnie aérienne).

Transfert du matériel d'armement

9. Nettoyage complet de l'intérieur de l'appareil

- Nettoyage de cabine
- Nettoyage de l'aéronef
- Ronger la cabine

Nettoyage par aspiration et au moyen de produits de nettoyage définie par la compagnie (plancher, tapis, garnitures cabine, hublot, toilette...).

Rangement de la cabine.

Enlèvement des déchets autres que ceux issus de la restauration.

Dans certains cas, utilisation d'un générateur dans un véhicule au pied de l'avion

Méthodes utilisées

- Débarrasser l'avion on de toutes traces et objets laissés pan les passager précédents
- Passer l'aspirateur dans tous les coins et recoins nécessaires
- Nettoyage le fauteuil, tablettes et les hublots
- Repositionner les ceintures de sécurit
- L'entretien et du reconditionnement

10. Vidange des eaux usées avitaillement en eau potable

- Vider et rincer les réservoirs d'eaux usées Les remplir d'eau <<bleue>>
- Remplir les réservoirs d'eau potable.

Positionnement du véhicule de telle sorte que les organes de l'aéronef soient accessibles depuis la plate-forme de travail du véhicule.

Raccordement des flexibles.

Vidange, rinçage ou remplissage des cuves de l'aéronef



© CRAMIF

11.Maintenance de l'aéronef

- Assurer le dépannage de premier niveau et certaines, opérations de maintenance de l'aéronef

12. Avitaillement pétrolier

- Effectuer les pleins en carburant de l'aéronef
- Reprendre du carburant

13. Antigivrage ou dégivrage de l'aéronef

- Asperger l'aéronef de produit pour prévenir la formation de givre sur les ailes et les dérives ou pour fondre la neige et la glace

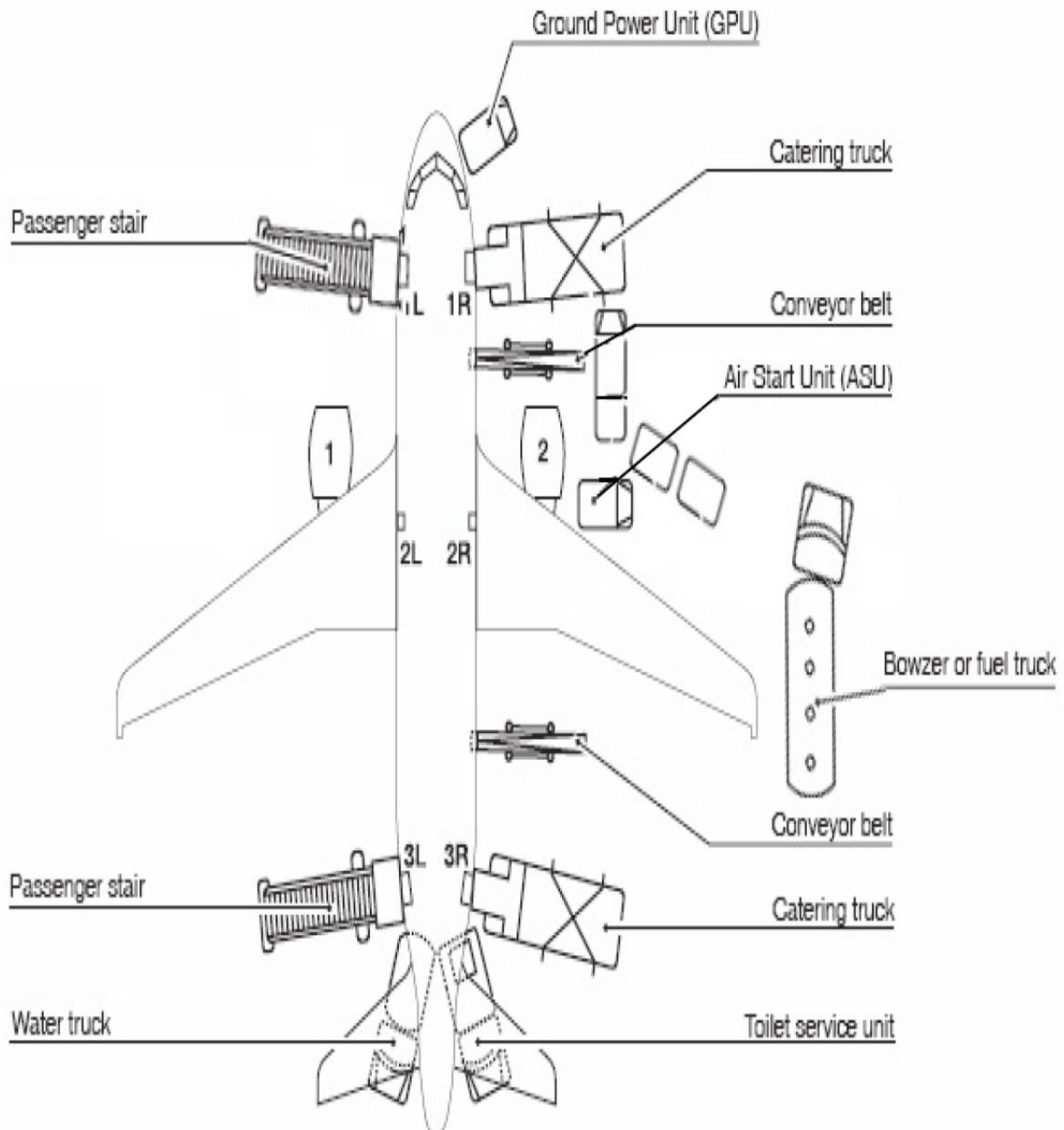
14. Tractage et repoussage de l'aéronef

- Repousser l'aéronef de son point de stationnement jusqu'à la voie de circulation avion

15. Restauration

- Assure la préparation des plateaux-repas dans les avions et est chargé de les distribuer
- Prépare et les dispose pour chacun des passagers de la compagnie aérienne. ¹⁰

¹⁰ La coactivité autour des avions en escale, 2014 : référentiel des risques et mesures de prévention, institut de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, inrs ED 6180.



5.1.2-Découpage du projet et définir la liste des taches:

Il s'agit de dresser la liste des tâches à réaliser, de décomposer de façon structurée et précise le projet en tâches, de manière à visualiser l'ensemble du projet:

WBS	Nom de la tâche
1	▸ les différents tâches pendent l'escale
1.1	▸ placement de l'aéronef
1.1.1	placement de l'aéronef
1.2	▸ calage ,balisage de l'aéronef
1.2.1	Immobiliser l'aéronef
1.2.2	signaler les moteurs et l'extrémité des ailes et de la carlingue
1.2.3	donner l'autorisation d'approcher l'aéronef
1.3	▸ Alimentation en air conditionné ACU
1.3.1	positionnement et calage de l'équipement
1.3.2	branchement de l'aéronef
1.3.3	communication avec (PNT)
1.3.4	la mise en marche
1.4	▸ Alimentation électrique: APU,GPU,400HZ
1.4.1	Alimenter électriquement de l'aéronef
1.4.2	GPU
1.4.3	APU
1.4.4	Cable 400HZ
1.5	▸ Mettre l'escalier
1.5.1	mettre l'escalier pax en place
1.6	▸ Débarquement
1.6.1	contacter l'assistance si nécessaire
1.6.2	préparer le cheminement des passagers lors de l'arrivée de l'aéronef
1.6.3	Accompagner le 1er passager vers la sortie
1.6.4	Indiquer la direction à suivre pour les passagers en correspondance (débarquement)

1.6.5	Fermer les portes et régiger le compt
1.7	4 Déchargement de pagage
1.7.1	certaine bagage doivent être mise sans délai à la disposition des passagers
1.7.2	décharge l'autres bagag avec les méthodes different
1.8	4 vidange des eaux avitaillement eau potable
1.8.1	vider et rincer les réservoir
1.8.2	les remplir d'eau bleue
1.8.3	Remplir les réservoirs d'eau potable
1.9	4 Nettoyage et Désinfectant de la cabine
1.9.1	Débarrasser l'avion de toutes traces laissés par les passagers précédents
1.9.2	passer l'aspirateur dans tous les coins et recoins nécessaires
1.9.3	nettoyer les fauteuil ,tablettes et les hublots
1.9.4	pepositionner les ceintures de sécriut
1.9.5	l'entretien et du reconditionnement

1.10	▹ restauration
1.11	restauration
1.12	▹ Avitaillement pétrolier
1.12.1	la présence des pompiers
1.12.2	positionnement du camion à côté ou sous l'aéronef
1.12.3	recordeementdure des flexibles et câbles dans le respect de la proc
1.12.4	contrôles pendant le plein
1.12.5	Débranchement des flexibles et câbles dansle respect de la procédure
1.13	▹ Enregistrement
1.14	préparer la cabine pour accueillir les passagers
1.15	pagages de l'équipage à bord de l'avion

1.17	▸ Embarquement des passagers
1.17.1	Préparer/ vérifier le cheminement vers la port d'embarquement
1.17.2	se renseigner sur les passagers nécessitant une assistanc
1.17.3	Imprimer la liste des passagers du vol
1.17.4	vérifier les cart d'embarquement
1.17.5	mettre en ouvre les mesures relaives aux passagers abdents lors l'embarquement
1.17.6	embarquement des passagers

1.16	▸ chargement des bagage avec les different type d'avion
1.16.1	Service de navette jusqu'à la climatisation
1.16.2	chargement des bagage avec les different type d'avion
1.16.3	au moins 1 chariot et pallettes de fret à la positions lorsque l'avion est approche

1.17	▲ Embarquement des passagers
1.17.1	Préparer/ vérifier le cheminement vers la port d'embarquement
1.17.2	se renseigner sur les passagers nécessitant une assistanc
1.17.3	Imprimer la liste des passagers du vol
1.17.4	vérifier les cart d'embarquement
1.17.5	mettre en ouvre les mesures relaives aux passagers ab dents lors l'embarquement
1.17.6	embarquement des passagers
1.18	Fermée la portes
1.19	Enlever les eslierc

+

5.1.3-Définir l'enchaînement logique des tâches et leurs durées:

Après établissement la liste des tâches, il est nécessaire de définir pour chaque tâche, toutes les taches prédécesseur, c'est à dire toutes les tâches qu'il faut réaliser en amont, avant de pouvoir réaliser une tâche donnée, et estimer la durée de réalisation de chaque tache.

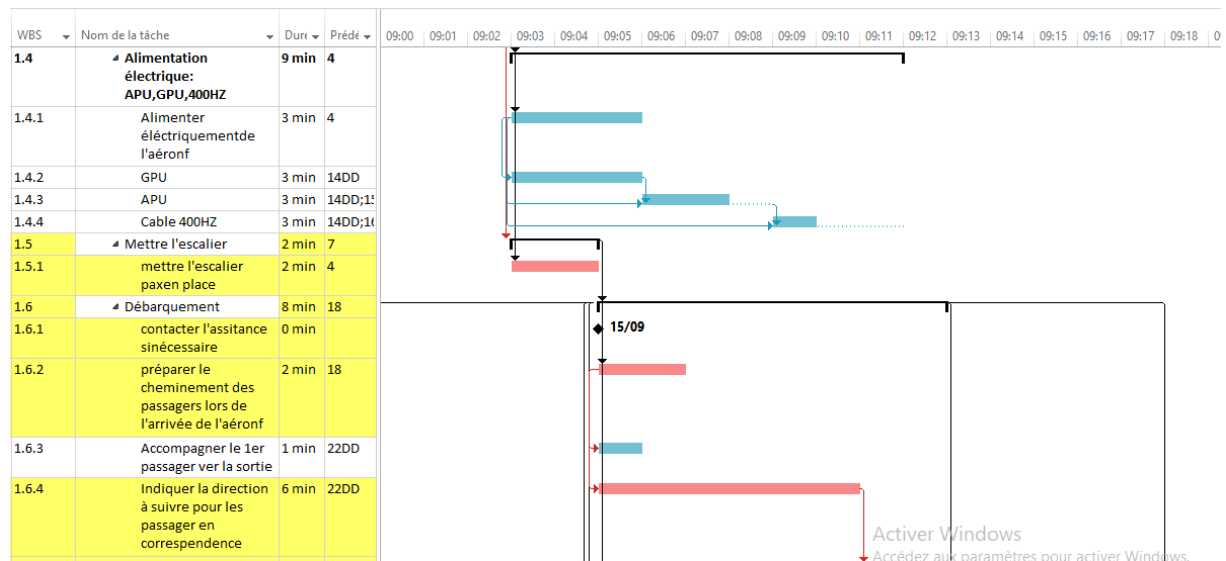
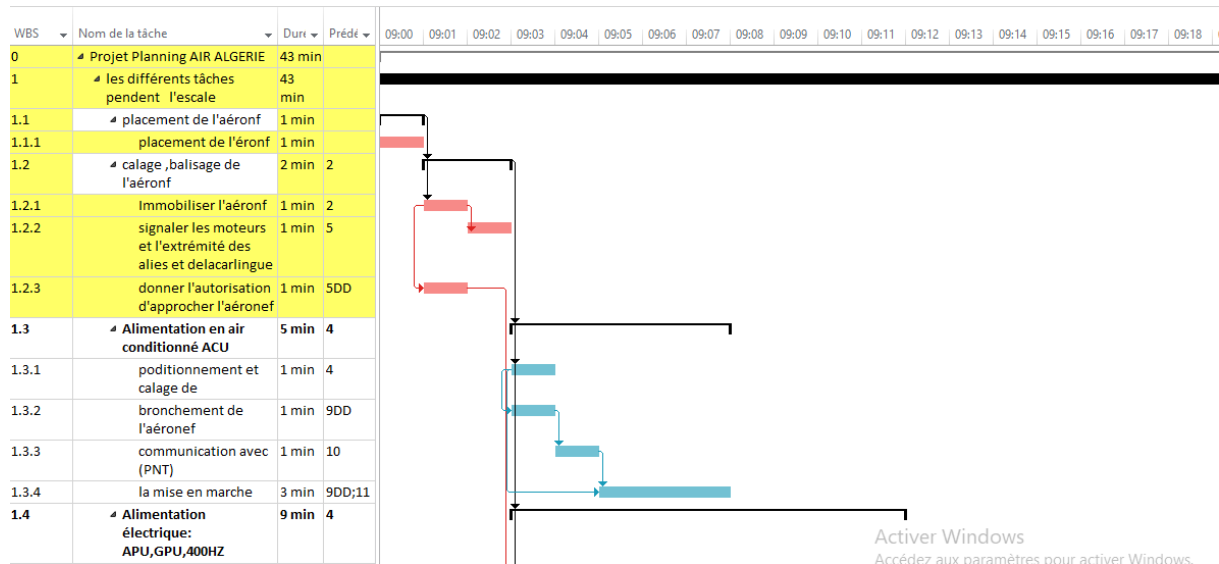
• Affecter les ressources à une tâche :

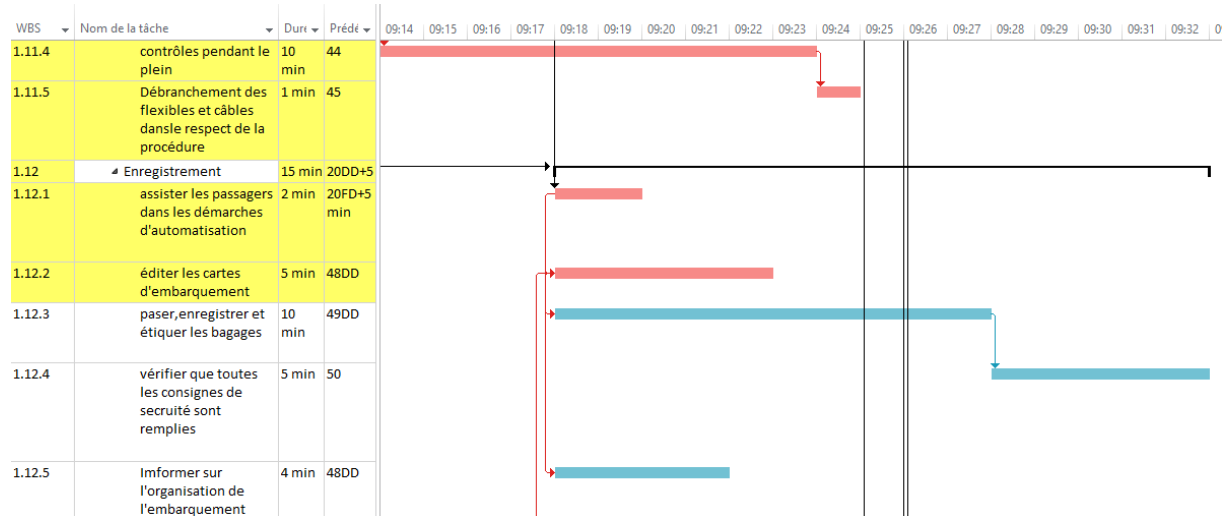
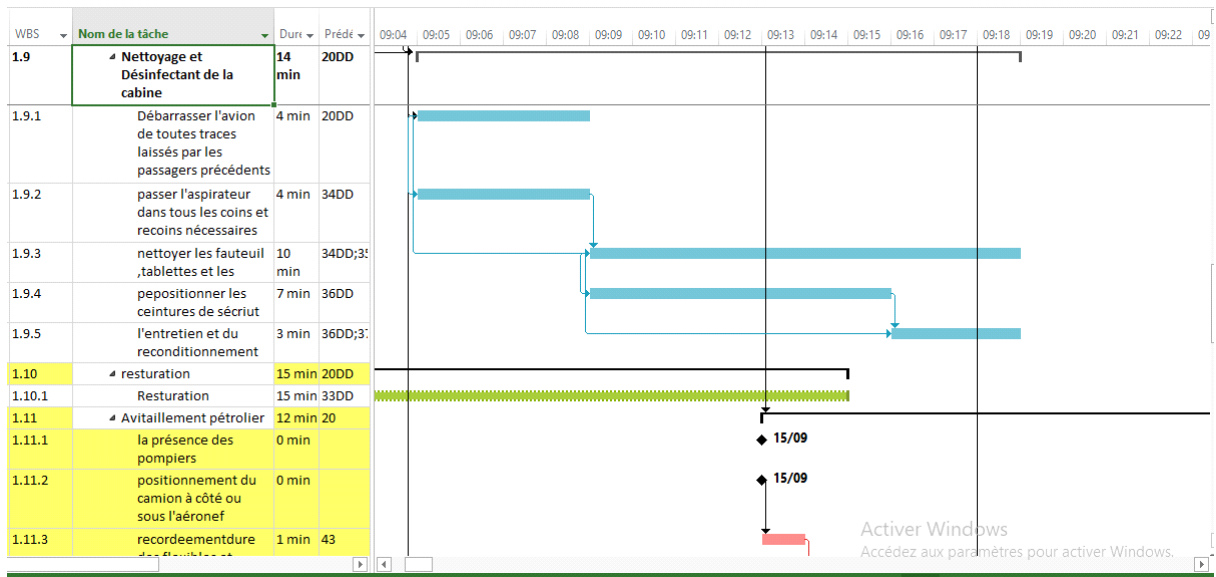
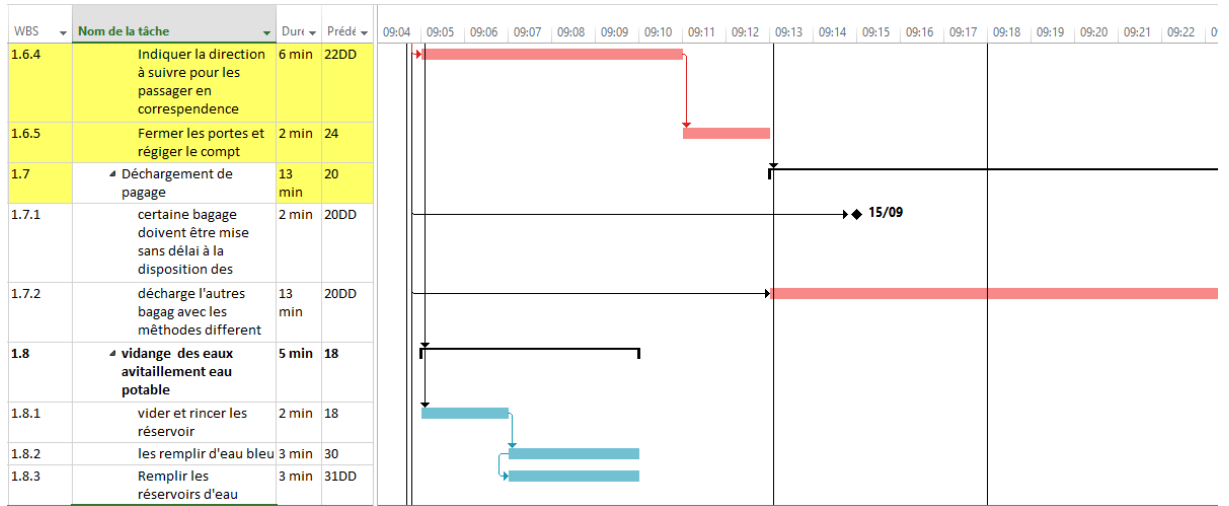
Une fois les ressources créées, on peut les affecter aux,

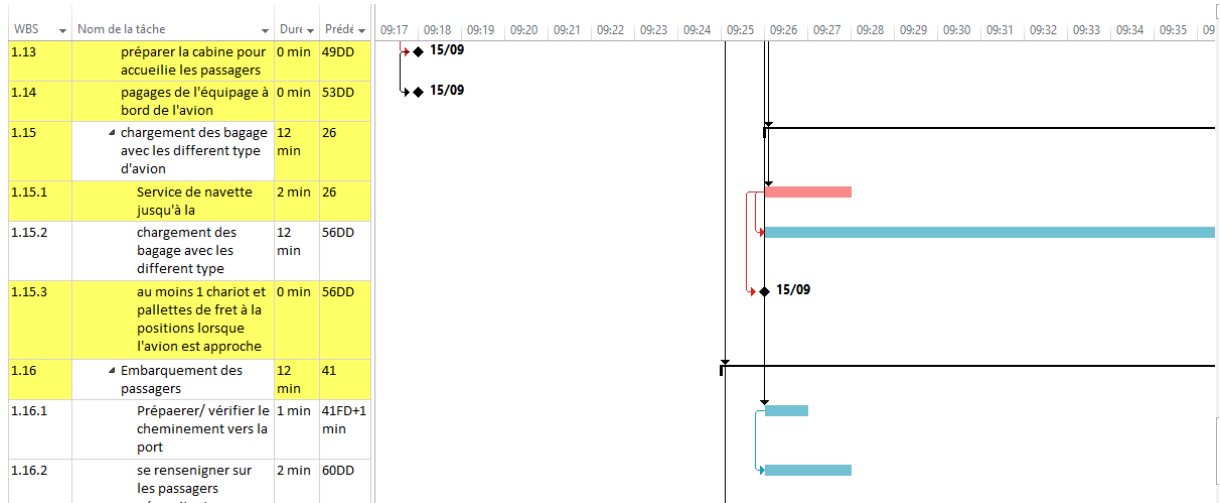
tâches dans le diagramme de Gantt.

6-Le diagramme de Gantt et Visualisation des tâches et chemin

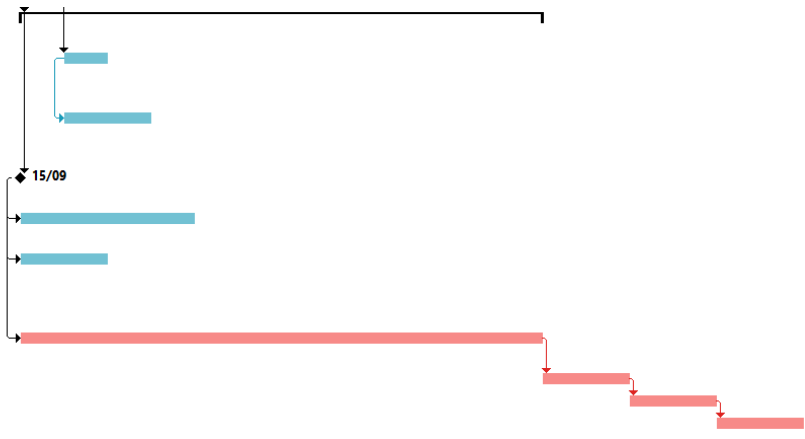
critique :







1.16	Embarquement des passagers	12 min	41
1.16.1	Prépaerer/ vérifier le cheminement vers la port	1 min	41FD+1 min
1.16.2	se renseigner sur les passagers nécessitant une	2 min	60DD
1.16.3	Imprimer la liste des passagers du vol	0 min	41
1.16.4	vérifier les cart d'embarquement	4 min	62DD
1.16.5	mettre en ouvre les mesures relaives aux passagers abdentis lors l'embarquement	2 min	62DD
1.16.6	embarquement des passagers	12 min	62DD
1.17	Fermée la portes	2 min	65
1.18	Enlever les eslierc	2 min	66
1.19	TRActage et respoussage de l'aéronf	2 min	67



Activer Windows

Les tâches qui est représenté en jaune, ne peuvent pas être retardées car c'est des tâches critique.

Mais les autres tâches peuvent être retardées un peu sans retarder les autres tâches.

Le chemin critique est la plus longue séquence de tâches qui doit être accomplie pour que le projet soit terminé à la date d'échéance.

6-Conclusion de cas pratique :

En conclusion l'outil prévisionnels Ms-Project nous a permis la

synchronisation de plusieurs tâches et ainsi la minimisation de la durée d'escale d'un Boeing « moyen porteur » en passant d'une durée d'escale moyenne de 60 minutes en début de projet et arrivant à une durée de 43 minutes, cette minimisation permet donc à Air Algérie de gagner 17 minutes et d'optimiser la fréquence des vols journaliers.

Conclusion générale :

Le travail que nous avons traité dans ce mémoire se compose de deux parties essentielles :

Dans la première partie, les concepts de tâches à temps réel ; ordonnancement, ordonnancabilité ont été abordés. Plus précisément nous avons consacré la partie aux travaux existant dans la littérature. Nous sommes intéressés par l'étude de deux axes de recherche :

-La théorie des graphes.

-Les méthodes d'ordonnancement des tâches.

Dans un second temps, nous avons essayé d'optimiser la gestion des tâches globales via une gestion dynamique.

La finalité de ce mémoire étant de fournir un outil d'aide à la décision afin que Air Algérie optimise son temps d'escale et ainsi :

-améliorer les performances de l'équipage.

-engendrer des vides dans les planning qui pourront affecter l'UGM (unité journalière moyenne).

-optimiser les durées d'escale .

Nous avons pour cela utilisé le logiciel Ms Project, qui constitue un bon outil de gestion et de provisionnement.

Le croisement disciplines abordées dans ce travail , permet de mieux modéliser les problèmes réels, notamment sur le plan stratégique et opérationnelle , et ainsi faciliter l'étude et la lecture d'une solution optimal donnée via Ms Project.

Enfin En comparant les résultats obtenus par rapport à l'estimation, il ressort nettement un gain très appréciable de l'ordre de 17 minutes sur un projet d'une durée de vie de 60 minutes.

Références Bibliographique

[1]- Nadia belharrat ,Théorie des graphes recherche opérationnelle, les éditions pages bleues internationales, juillet 2005, page 08 .

[2] -Ordonnancement de la chaine de production à l'unité moteur et présentation aux niveaux de l'électro-industrie Azazga.

[3]-Ordonnancement dans une chaine de production par Ms project, cas Fabrication d'un moyenne de production de moule injection plastique domino à L'Eniem présenté par :M^{elle} Smail sadia et Melle smail kahina.

[4] -Association for project manager.

[5]- <http://blog.zilicus.com/what-is-a-gantt-chart-advantages-limitations-gantt-chart/>

[6]- CHAPITRE IV. PLANNING. Présenté par Melle. CHAIB Siham

[7]- Bennani Amal, Cour d'initiation à Ms project pour débutant, cours de MSproject.

[8] -Ordonnancement dans une chaine de production par Ms project, cas Fabrication d'un moyenne de production de moule injection plastique domino à L'Eniem présenté par :M^{elle} Smail sadia et Melle smail kahina.

[9] -La coactivité autour des avions en escale, 2014 : référentiel des risques et mesures de prévention, institut de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, 6180.

[10] -Mémoire licence en recherche opérationnelle présenté par M^{elle} Nait Kaci Ourdira et Bellal Nacera.

[11] -orkia dekaoui, Méthodes d'optimisation :Réseau PERT calcul des date plus tôt, des dates plus tard marges de la partie 1 jusqu'à 4.

[12] - orkia derkaoui, méthodes d'optimisation : problème d'ordonnancement méthode PERT(potentiels –tâches) de la partie 1 jusqu'à 4.

Résumé

L'objectif de notre travail consiste à ordonnancer et optimiser la synchronisation de plusieurs tâches d'un Boeing [moyen porteur], pendant le temps d'escale, en utilisant logicielle Ms Project, ainsi que les techniques de la théorie des graphes pour construire le modèle mathématique adéquat, et d'optimiser la gestion des tâches globales via une gestion dynamique.

Et la finalité de ce mémoire étant de fournir un outil d'aide à la gestion afin que Air Algérie optimise son temps d'escale.

Une implémentation sur Ms Project nous donne les durées de fin de projet avant et après accélération et les coûts engendrés, et

Mots clés :

UGM (unité journalière moyenne), Optimisation, Ordonnancement, Modélisation, Implémentation, planification, la gestion de projet avec Ms Project, Gantt, Pert.