

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION

AND SCIENTIFIC RESEARCH

HIGHER SCHOOL IN APPLIED SCIENCES



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
École Supérieure en
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie industriel

Spécialité : Management industriel et logistique

Présenté par :

Yacine BENCHIKH

Thème

**Résolution d'un problème de tournée de véhicules
pour la collecte du sang dans la wilaya de Tlemcen
en utilisant les bloodmobiles**

Soutenu publiquement, le 14/09/2022, devant le jury composé de :

| | | | |
|-----------------------|-----|---------------|----------------------|
| M Mohammed BENNEKROUF | MCA | ESSA. Tlemcen | Président |
| M Fouad MALIKI | MCB | ESSA. Tlemcen | Directeur de mémoire |
| M Moussa CHENINI | MCA | ESSA. Tlemcen | Examineur |
| Mme Imen KOULOUGHLI | MCB | ESSA. Tlemcen | Examinatrice |

Année universitaire : 2021 /2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remercîment :

D'abord, je remercie Dieu pour ses grâces et ses bénédictions, de je avoir donné la force et la patience pour pouvoir mener ce travail à terme.

Je tiens à exprimer toute mes gratitudes et mes profonds respects à mes encadreurs M. Fouad MALIKI (chef de filière génie industriel) et M. Mehdi SOUIER pour avoir dirigé ce travail, pour ses encouragements, ses compétences et ses disponibilités.

Je tiens à remercier d'avance les membres du jury d'avoir fait l'honneur d'évaluer ce mémoire.

Je tiens également à remercier tous nos enseignants qui ont assuré notre éducation et notre orientation et toute l'administration de l'Ecole Supérieur des sciences Appliqué Tlemcen, et sans leurs efforts nous n'aurions pas atteint ce que nous sommes maintenant.

Enfin, Je tiens à remercier également toute personne (amis et autres), ayant participé de près ou de loin à l'aboutissement de notre travail.

Dédicace :

Je dédie ce travail accompagné d'un profond amour à :

Ma chère maman

Mon cher père

Qui ont pris soin de moi,

Mon frère et mes sœurs et toute ma famille, qui m'ont

apporté tout le soutien,

Mes proches et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la Réalisation de ce travail.

Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours,

Tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

B. Yacine

Bibliographique :

| | |
|---|-----------|
| Introduction générale..... | 1 |
| chapitre I. Généralité sur la chaine logistique..... | 3 |
| Introduction :..... | 4 |
| I.1 Concept de la logistique : | 4 |
| I.1.1 Aperçu sur l’historique de la logistique : | 4 |
| I.1.2 Définitions du logistique: | 5 |
| I.1.3 Les éléments de la Logistique : | 6 |
| I.1.4 Les objectifs de la logistique : | 6 |
| I.1.5 Le rôle de la logistique : | 7 |
| I.2 Concept de la chaine logistique (supply chain) : | 7 |
| I.2.1 Définitions : | 7 |
| I.2.2 Les flux de la chaine logistique : | 8 |
| I.3 Management de la chain logistique : | 9 |
| I.3.1 Définition : | 9 |
| I.3.2 Les Phases de décision dans le SCM : | 10 |
| I.4 La logistique hospitalière : | 12 |
| I.5 Chaine logistique sanguine : | 13 |
| Conclusion : | 14 |
| chapitre II. Chaine logistique sanguine..... | 15 |
| Introduction :..... | 16 |
| II.1 La notion du sang : | 16 |
| II.1.1 Définition : | 16 |
| II.1.2 Les fonctions du sang : | 16 |
| II.1.3 Les composants sanguins : | 17 |

| | | |
|---------|--|-----------|
| II.2 | La transfusion sanguine :..... | 18 |
| II.2.1 | Définition :..... | 18 |
| II.2.2 | Historie : | 19 |
| II.2.3 | Objectifs et responsabilités :..... | 20 |
| II.2.4 | Les groupes sanguins :..... | 20 |
| II.2.5 | Les types de donne de sang : | 23 |
| II.2.6 | Règles du don du sang :..... | 24 |
| II.3 | La chaine logistique sanguine :..... | 25 |
| II.3.1 | Le prélèvement :..... | 25 |
| II.3.2 | Étiquetage : | 28 |
| II.3.3 | Stockage, transport et expiration :..... | 30 |
| II.3.4 | La qualification biologique des dons :..... | 32 |
| II.3.5 | La distribution :..... | 32 |
| II.3.6 | Receveur :..... | 32 |
| II.4 | La gestion de la chaine logistique sanguine :..... | 33 |
| | Conclusion :..... | 34 |
| | chapitre III. Problématique et résultats obtenus..... | 35 |
| | Introduction :..... | 36 |
| III.1 | Le Recherche Opérationnelle : | 36 |
| III.2 | État de l’art sur la planification de collecte de sang: | 36 |
| III.3 | Description du notre problème : | 37 |
| III.4 | Les sites de collecte et les banque de sang dans la wilaya de Tlemcen :..... | 38 |
| III.5 | Modèle mathématique :..... | 43 |
| III.6 | Description de modèle mathématique : | 45 |
| III.7 | Résolution de problème : | 46 |
| III.7.1 | Le solveur CPLEX :..... | 46 |

| | | |
|---------|---|-----------|
| III.7.2 | Programmation linéaire et en nombre entier :..... | 47 |
| III.7.3 | Présentation des données :..... | 47 |
| III.7.4 | La résolution sur CPEX :..... | 51 |
| III.7.5 | Les résultats obtenir :..... | 53 |
| III.7.6 | Analyse des résultats :..... | 55 |
| | Conclusion :..... | 56 |
| | Conclusion générale | 57 |
| | Bibliographique :..... | 58 |
| | Résumé : | 61 |

Liste des tableaux :

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : La distribution des groupes sanguins | 22 |
| Tableau 2 : Tableau des Règles du don | 25 |
| Tableau 3 : matrice de distance entre les communes | 40 |
| Tableau 4 : matrice binaire AF_{ij} | 42 |

Liste des figures :

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Représentation de la chaine logistique | 8 |
| Figure 2 : les niveaux de décision | 12 |
| Figure 3 : chaine logistique sanguin | 13 |
| Figure 4 : composants sanguins et leurs utilisation | 18 |
| Figure 5 : Compatibilité du groupe sanguin | 23 |
| Figure 6 : Étiquetage | 29 |
| Figure 7 : modèle sur CPLEX pour attacher chaque site à une seule banque..... | 39 |
| Figure 8 : les communes de Tlemcen sur le carte | 39 |
| Figure 9 : résolution sur CPLEX..... | 51 |

Introduction générale

Le don de sang est une procédure médicale volontaire dans laquelle le sang ou l'un de ses composants est transféré d'une personne en bonne santé à une personne malade qui a besoin de sang. Cette procédure est nécessaire à des millions de personnes chaque année ; Il est utilisé lors d'interventions chirurgicales, d'accidents ou de certaines maladies nécessitant la transfusion de certains composants sanguins.

Le système de collecte et de management de chaîne logistique de sang est un processus très important dans tout système de santé, et fournir du sang au bon moment au bon endroit et de bon type est ce que recherche les systèmes de santé avancés, ce qui présente des avantages innombrables et inestimables, en particulier dans les cas d'urgence.

Mon projet vise une planification annuelle ou semestrielle des collectes de sang mobile afin de réduire l'écart entre la demande et la quantité collectée, et aussi de réduire la sous-traitance entre les régions afin que chaque région fournisse par elle-même ses besoins en sang, et en tenant compte des incertitudes dans la demande et de la quantité que nous collecterons.

Notre mémoire est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre (généralité sur la chaîne logistique) donne un aperçu sur le concept de la logistique, les notions de base sur la chaîne logistique et le management de chaîne logistique et de leur relation avec la chaîne logistique sanguine.

Le deuxième chapitre (chaîne logistique sanguine) présente la notion de sang en générale, La chaîne logistique sanguine qui est commencée par le donneur et se termine par le patient, en passant par la collecte, les tests, le stockage et la distribution.

Le troisième chapitre (problématique et résultats obtenus) en fait une description du problème que nous voulions résoudre, décrire et expliquer en détail le problème à travers le modèle mathématique proposé, présentation des données et la résolution du problème à l'aide du solveur CPLEX avec l'extraction et l'explication des résultats finaux obtenus.

chapitre I.

Généralité sur la chaîne logistique

Introduction :

Dans toute activité, qu'elle soit industrielle, commerciale ou de service, la logistique est un élément essentiel et efficace de cette activité, et l'influence directement ou indirectement sur sa réussite et son progrès.

Le rôle de logistique est de combler l'écart entre l'offre et la demande afin que les clients puissent obtenir les biens et les services spécifiés, à l'endroit spécifiée, à l'heure spécifiée, et dans l'état ou la forme requis au coût approprié le plus bas.

I.1 Concept de la logistique :

I.1.1 Aperçu sur l'histoire de la logistique :

Le terme « logistique » qui vient d'un mot grecque *logistikos* qui signifie l'art du raisonnement et du calcul. Le mot « logistique » apparaît en France au 18^e siècle avec l'apparition des problèmes de soutien militaire (réapprovisionnement en armes, munitions, vivre...).

La logistique dans le contexte militaire, c'est tout ce qui est nécessaire (physiquement) pour permettre l'application sur le terrain des décisions stratégiques et tactiques (transports, stocks, fabrication, achats, manutention) (Pons, 1996). [1]

Le 18^e siècle marque la révolution industrielle en Grande-Bretagne. Parmi les nombreuses causes qui président à cet événement, la logistique figure en bonne position, même si une controverse existe. En permettant de mieux gérer les ressources productives rares de l'époque et en favorisant l'innovation, la logistique à, une fois encore, permis des avancées considérables en termes de gains de productivité.

La logistique d'entreprise est apparue après la fin de la Seconde Guerre mondiale, notamment avec la reconversion dans les entreprises des spécialistes militaires en logistique. A l'époque, la logistique concernait les activités opérationnelles de transport, de manutention et de stockage des matières et des produits. Le concept de logistique a évolué depuis, avec les évolutions des marchés et des systèmes industriels. C'est pourquoi le terme de « logistique » recouvre aujourd'hui des interprétations très diverses selon les industriels auxquels on s'adresse.

L'évolution de la Logistique aux 19 et 20 siècles expliquent par plusieurs facteurs : des facteurs technologiques comme l'apparition du chemin de fer. À partir de 1917, l'automobile et le poids lourd font apparaître une alternative beaucoup plus souple au chemin de fer et la traction motorisée se substitue rapidement à la traction hippomobile. Mais dès lors, le carburant devient la ressource sensible. Pour approvisionner les armées, la création d'un service, le service des Essences, fut nécessaire pour prendre en charge la logistique des carburants. [2]

I.1.2 Définitions du logistique:

Pour mieux comprendre, nous prenons quelques définitions connues qui résument bien le concept général de la logistique :

- Pour l'Association des Logisticiens d'entreprise (ASLOG)¹, la logistique est « l'ensemble des activités ayant pour but la mise en place, au moindre coût, d'une quantité de produit, à l'endroit et au moment où une demande existe. La logistique concerne donc toutes les opérations déterminant le mouvement des produits, telles que: la localisation des usines et des entrepôt, l'approvisionnement, la gestion physique des encours de fabrication, l'emballage, le stockage et la gestion des stocks, la manutention et la préparation des commandes, le transport et les tournées de livraison. » [1]
- La définition du « Council of Logistics Management » est la suivante: « La logistique est une partie des activités d'une chaîne logistique (supply chain). Elle concerne la planification, l'exécution et le contrôle du flux efficient et effectif du stockage de produits, de la gestion de l'information relative à ces fonctions du point d'origine au point de consommation pour satisfaire les besoins des clients ». [1]
- « Logistique : fonction dont la finalité est la satisfaction des besoins exprimés ou latents, aux meilleures conditions économiques pour l'entreprise et pour un niveau de service déterminé. Les besoins sont de nature interne (approvisionnement de biens et de services pour assurer le fonctionnement de l'entreprise) ou externe (satisfaction des clients). La logistique fait appel à plusieurs métiers et savoir-faire qui concourent à la gestion et à la maîtrise des flux physiques et d'informations ainsi que des moyens ». Norme NF X 50-600 : management logistique, Démarche logistique et gestion de la chaîne logistique. [3]

¹ **ASLOG** (**AS**sociation Française pour la **LOG**istique) : association neutre et indépendante, porte les enjeux de la Supply Chain, Dès 1972, et il est l'interlocuteur privilégié des institutionnels et des pouvoirs publics sur toutes les questions relatives au secteur.

- « La logistique est un processus de conception et de gestion de la chaîne d'approvisionnement dans le sens le plus large. Cette chaîne peut comprendre la fourniture de matières premières nécessaires à la fabrication, en passant par la gestion des matériaux sur le lieu de fabrication, la livraison aux entrepôts et aux centres de distribution, le tri, la manutention et la distribution finale au lieu de consommation. »
CEE/ONU et Forum international des transports (ex-CEMT). [3]

I.1.3 Les éléments de la Logistique :

Les éléments de base qui composent un processus logistique efficace sont :

- **La qualité :** organise et met en œuvre la politique qualité de l'entreprise afin de garantir et d'optimiser la qualité de tous ses processus et produits (comme la satisfaction d'exigence du client, la garantie de la qualité des produits et des services...).
- **Le coût :** cela en réduire et minimise les coûts logistiques d'approvisionnement d'une entreprise
- **Les délais :** respecter les délais de livraison au moment et au lieu convenus afin de satisfaire les clients. [4]

I.1.4 Les objectifs de la logistique :

- Satisfaire la demande de flux physique (matière, transport, emballage, stock...), en accord avec le responsable de l'urbanisation de système d'information, des flux d'informations associés (notion de traçabilité).
- Elle est co-responsable de la gestion de la chaîne logistique, des moyens qui permettent d'atteindre cet objectif (matériels, machines...).
- Elle est co-responsable auprès de tous les services de la qualité des flux physiques.
- Mobiliser avec l'aide des autres services des ressources (humaines et financières) pour y parvenir.
- Au sens large, réaliser la production initiée par le service marketing /vente et est par conséquent au centre des négociations du processus métier.
- Gère directement les flux matières et indirectement les flux associés immatériels: flux d'information et flux financiers. [5]

I.1.5 Le rôle de la logistique :

La fonction de la logistique dans l'entreprise est d'assurer au moindre coût la coordination de l'offre et de la demande, aux plans stratégiques et tactiques, ainsi que l'entretien à long terme de la qualité des rapports fournisseur- client qui la concerne.

Elle a pour but de:

- La gestion économique de la production, en supprimant les ruptures de stocks coûteuses et ce grâce à une information constante sur l'état du marché.
- La réduction des stocks grâce à une rotation accélérée des marchandises entreposées ; La réponse adaptée à une demande très volatile.
- La mise à disposition du produit chez le client final dans les délais les plus courts et au meilleur coût de distribution possible.
- La surveillance et l'amélioration de la qualité de la chaîne qui relie le producteur au consommateur pour parvenir au « zéro défaut » du service rendu. [5]

I.2 Concept de la chaîne logistique (supply chain) :

I.2.1 Définitions :

Supply Chain (SC) c'est concept relativement récent - ces trente dernières années – et les militaires utilisent le même terme depuis plus longtemps. Traduit en français par chaîne logistique ou chaîne d'approvisionnement mais le terme approvisionnement ne permettrait pas d'exprimer le sens que l'on veut donner à supply chain.

On définit assez souvent la supply chain comme « la suite des étapes de production et distribution d'un produit depuis les fournisseurs des fournisseurs du producteur jusqu'aux clients de ses clients » (définition du Supply Chain Council). [6]

On a d'autres plusieurs définitions ont été données pour comprendre et définir la chaîne logistique, nous prenons quelques. Rémy LE MOIGNE définit la chaîne logistique comme étant : « l'ensemble des fonctions de management qui supportent le cycle des flux de produits de bout en bout, d'approvisionnement et de contrôle interne des matières premières à la

planification et au contrôle de l'en-cours de fabrication et à l'entreposage, l'expédition et la distribution des produits finis ». [7]

Pierre Médane définit la chaîne logistique comme étant : « la fonction de la chaîne logistique dans l'entreprise est d'assurer au moindre coût la coordination de l'offre et de la demande, aux plans stratégique et tactique, ainsi que l'entretien à long terme de la qualité des rapports fournisseurs-clients qui la concernent ». [2]

Une autre définition considère la chaîne logistique comme le réseau d'entreprises qui participent, en amont et en aval, aux différents processus et activités qui créent de la valeur sous forme de produits et de services apportés au consommateur final (Christopher 1992). [8]

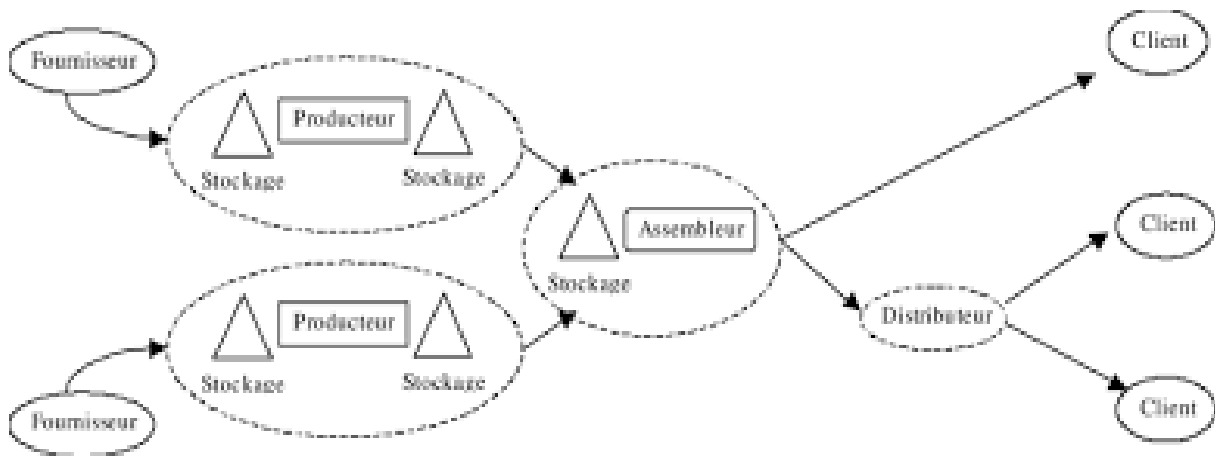


Figure 1 : Représentation de la chaîne logistique

I.2.2 Les flux de la chaîne logistique :

Flux physique :

Le flux physique comprend le mouvement des marchandises transportées et leur transformation des matières premières aux produits finis, à travers les différentes étapes des produits semi-finis. Il prouve l'organisation du réseau logistique, c'est-à-dire les différents lieux avec leurs moyens de production, les moyens de transport pour relier ces lieux et les espaces de stockage nécessaires pour pallier les risques et faire tampon entre deux activités successives. En résumé, le flux de flux physique résulte de la réalisation des différentes activités de manutention et de transformation des produits quel que soit leur état. Le flux physique est généralement considéré comme le plus lent des trois.

Flux d'information :

Les flux d'informations représentent tous les transferts ou échanges de données entre les différents acteurs d'une chaîne d'approvisionnement. Cela concerne principalement les informations commerciales, notamment les commandes entre clients et fournisseurs. La commande comprend généralement la référence du produit, la quantité commandée, la date de livraison souhaitée et le prix final négocié lors du processus de vente. D'autres éléments peuvent être ajoutés à cette liste : une liste d'options requises pour le produit, la fréquence de livraison si nécessaire, etc. Mais les entreprises échangent aussi des informations plus techniques : les paramètres physiques du produit, le périmètre d'exploitation, la capacité de production et d'expédition éventuelle, le suivi du niveau de stock. Ce dernier est de plus en plus demandé par les clients qui souhaitent connaître l'état d'avancement de la fabrication de leurs produits. Plus généralement, le principe de traçabilité se traduit par un droit de regard accru du client vers le fournisseur (Dupuy et al., 2004).

Flux financier :

Le flux financier implique toute la gestion financière de l'entreprise : la vente de produits, l'achat de composants ou de matières premières, mais aussi les outils de production, les équipements divers, la location d'entrepôts... et bien sûr les salaires des employés. Les processus financiers sont généralement gérés de manière centralisée par le service financier ou comptable de l'entreprise, mais sont liés aux fonctions de production des services d'achat et de vente. A terme, cela correspond aussi à des investissements conséquents, comme la construction de nouveaux bâtiments et lignes de production. Là encore, il s'agit de communications avec des organismes bancaires extérieurs au réseau de l'entreprise. [9]

I.3 Management de la chaîne logistique :

I.3.1 Définition :

Selon Monczka, Trent et Handfield (1998) Le SCM est un concept « dont l'objectif principal est d'intégrer et de gérer les achats, le flux et le contrôle des matières dans l'ensemble des systèmes, au travers de multiples fonctions et niveaux de fournisseurs ». Il nécessite généralement l'intervention de plusieurs fonctions pilotées par un responsable chargé de

coordonner l'ensemble du processus d'approvisionnement en matières ; il nécessite également des relations mutuelles avec des fournisseurs à plusieurs niveaux

Le supply chain management peut être défini comme la coordination systémique, stratégique, des fonctions opérationnelles classiques et de leurs tactiques respectives à l'intérieur d'une même entreprise et entre des partenaires au sein de la chaîne logistique, dans le but d'améliorer la performance à long terme de chaque entreprise membre et de l'ensemble de la chaîne. [8]

I.3.2 Les Phases de décision dans le SCM :

Une gestion réussie de la chaîne logistique nécessite de nombreuses décisions relatives au flux d'informations, de produits et de fonds. Chaque décision doit être prise pour augmenter l'excédent de la chaîne d'approvisionnement. Ces décisions se répartissent en trois catégories ou phases, selon la fréquence de chaque décision et la période pendant laquelle une phase de décision a un impact. [10]

I.3.2.1 Décision Stratégie :

Au cours de cette phase, une entreprise décide comment structurer la chaîne d'approvisionnement au cours des prochaines années. Il décide quelle sera la configuration de la chaîne, comment les ressources seront allouées et quels processus chaque étape exécutera. Les décisions stratégiques prises par les entreprises incluent l'opportunité d'externaliser ou d'exécuter une fonction de la chaîne d'approvisionnement en interne, l'emplacement et les capacités des installations de production et d'entreposage, les produits à fabriquer ou à stocker à divers endroits, les modes de transport à mettre à disposition le long de différents les étapes d'expédition et le type de système d'information à utiliser.

Les décisions stratégiques de la chaîne logistique sont généralement prises pour le long terme (quelques années) et sont coûteuses à modifier à court terme. Par conséquent, lorsque les entreprises prennent ces décisions, elles doivent tenir compte de l'incertitude des conditions de marché anticipées au cours des prochaines années.

I.3.2.2 Décision tactique :

Pour les décisions prises au cours de cette phase, le délai considéré est d'un trimestre à un an. Par conséquent, la configuration de la chaîne d'approvisionnement déterminée dans la phase stratégique est figée. Cette configuration établit des contraintes dans lesquelles la planification doit être effectuée. L'objectif de la planification est de maximiser le surplus de la chaîne d'approvisionnement qui peut être généré sur l'horizon de planification compte tenu des contraintes établies lors de la phase stratégique ou de conception. Dans la phase de planification, les entreprises doivent inclure l'incertitude de la demande, des taux de change, ...

Étant donné un délai plus court et de meilleures prévisions que lors de la phase de conception, les entreprises en phase de planification essaient d'intégrer toute flexibilité intégrée à la chaîne d'approvisionnement lors de la phase de conception et de l'exploiter pour optimiser les performances. À la suite de la phase tactique, les entreprises définissent un ensemble de politiques opérationnelles qui régissent les opérations à court terme.

I.3.2.3 Décision opérationnel :

L'horizon temporel ici est hebdomadaire ou quotidien. Au cours de cette phase, les entreprises prennent des décisions concernant les commandes individuelles des clients. Au niveau opérationnel, la configuration de la chaîne d'approvisionnement est considérée comme fixe et les politiques de planification sont déjà définies. L'objectif des opérations de la chaîne d'approvisionnement est de gérer au mieux les commandes entrantes des clients. Au cours de cette phase, les entreprises allouent les stocks ou la production aux commandes individuelles, fixent une date à laquelle une commande doit être remplie, génèrent des listes de prélèvement dans un entrepôt, attribuent une commande à un mode d'expédition et à une expédition particulière, définissent les horaires de livraison des camions et placent commandes de réapprovisionnement. Étant donné que les décisions opérationnelles sont prises à court terme (minutes, heures ou jours), il y a moins d'incertitude quant aux informations sur la demande. Compte tenu des contraintes imposées par les politiques de configuration et de planification, l'objectif en phase d'exploitation est d'exploiter la réduction de l'incertitude et d'optimiser les performances.

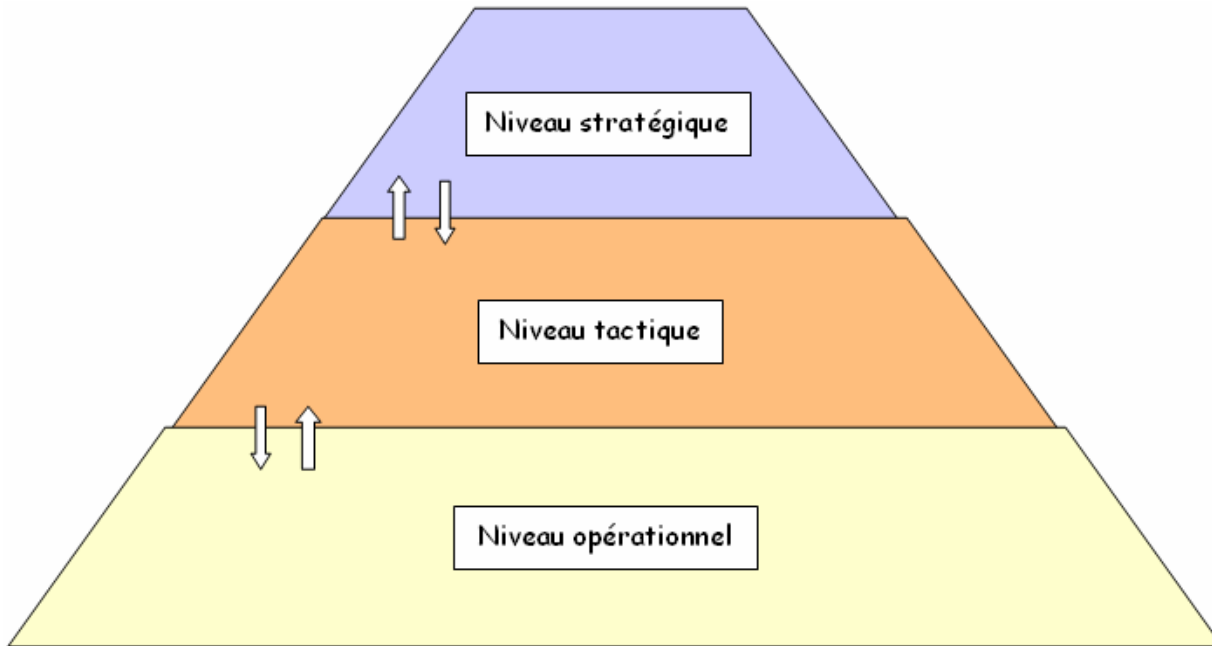


Figure 2 : les niveaux de décision

La conception, la planification et le fonctionnement d'une chaîne d'approvisionnement ont un fort impact sur la rentabilité et le succès global. Il est juste d'affirmer qu'une grande partie du succès d'entreprises peut être attribuée à l'efficacité de la conception, de la planification et de l'exploitation de leur chaîne d'approvisionnement. [8]

I.4 La logistique hospitalière :

Actuellement, où le réseau de la santé est de plus en plus contraint par des ressources limitées et qui gagnent en efficacité, la contribution globale de la performance du système logistique peut représenter un gain significatif pour de nombreux gains.

Les cadres de la santé d'aujourd'hui font face à des pressions croissantes pour réduire les coûts et améliorer les soins aux patients. Pour ce faire, beaucoup réévaluent les processus logistiques de leur organisation afin d'améliorer l'efficacité de leur structure et de leurs procédures.

Parce que la logistique hospitalière peut encore être fragmentée, avec peu de visibilité sur les commandes, la disponibilité des stocks et l'état des activités de la chaîne d'approvisionnement, c'est un domaine très important de la logistique des soins de santé, qui

nécessite une gestion logistique intégrée. Tout cela, dans son sens général est inclus dans ce qu'on appelle la gestion de la chaîne logistique que nous parlerons dans la suite. [11]

I.5 Chaîne logistique sanguine :

Les activités de la chaîne logistique de sang comprennent la collecte, le test, le traitement et la distribution du sang (et de ses dérivés) des donneurs aux patients pour les urgences, les traitements chirurgicaux ou médicaux de routine. Ces activités peuvent être divisées en 4 niveaux principaux de collecte, de production, d'inventaire et de distribution. Cette chaîne commence par la collecte de sang auprès de donneurs ; ensuite, il est stocké et traité comme une unité de sang complète pour éliminer les globules rouges d'autres produits, tels que le plasma et les plaquettes ; ensuite, les produits sanguins sont stockés comme inventaire dans la banque de sang d'un centre de transfusion sanguine, finalisant leur distribution. Enfin, les hôpitaux selon la demande prévue, passent leurs commandes aux centres de transfusion sanguine ; Ensuite, le sang reçu est testé et après le processus de compatibilité croisée, en cas de compatibilité, des unités de sang sont utilisées pour le patient particulier.

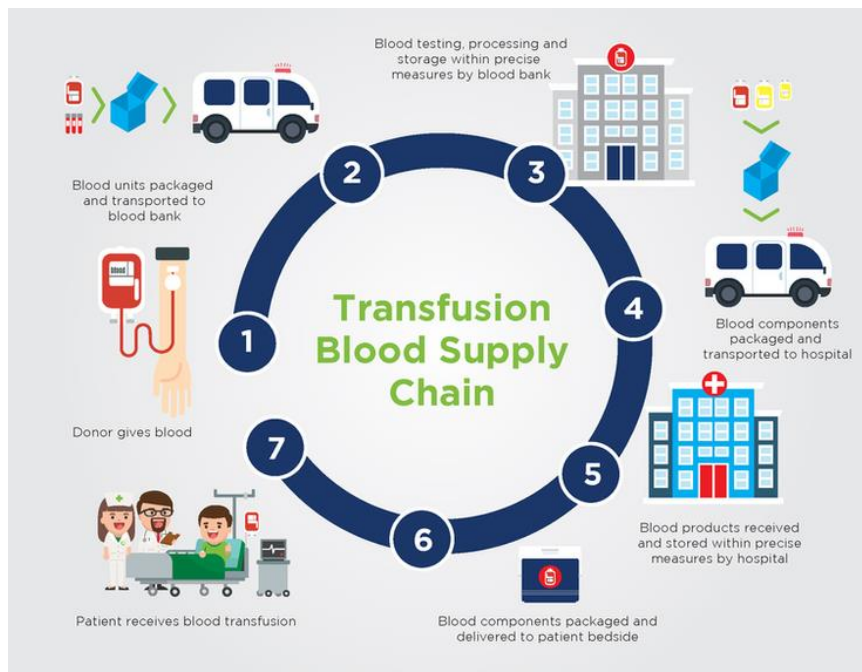


Figure 3 : chaîne logistique sanguine

Conclusion :

Dans ce premier chapitre, nous avons donné un aperçu du concept de la logistique, sa définition, ses éléments et de ses objectifs. Ensuite, nous avons abordé le concept de la chaîne logistique et ses flux. Enfin, on a parlé de management des chaînes logistiques, les niveaux de décisions, et de leur relation avec le sujet de notre étude qui est la chaîne logistique du sang, dont nous parlerons en détail dans le deuxième chapitre.

chapitre II.

Chaine logistique sanguine

Introduction :

Le don de sang est inoffensif et sans danger pour le corps. C'est plutôt une responsabilité sociale. Le donateur est faire un don car il sera utilisé pour sauver la vie de ses semblables, lui-même peut l'utiliser pendant son propre besoin.

Le management de la chaîne logistique de sang est considéré comme d'une importance vitale. L'indisponibilité du sang peut entraîner des décès et des complications pour les patients. A l'inverse le gaspillage de sang engendre des coûts élevés.

Une prise de décision optimale dans la chaîne logistique de sang est nécessaire pour minimiser les niveaux de pénurie et de gaspillage, en raison de la complexité et de l'importance la chaîne logistique sanguin.

II.1 La notion du sang :

II.1.1 Définition :

Le sang joue un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions vitales de notre corps humain et dans sa protection. C'est pourquoi il est important de donner. Le sang tissu vivant composé à 55 % de plasma et à 45 % de cellules (globules rouges, globules blancs et plaquettes), il atteint tous les organes, leur apporte oxygène et éléments nutritifs et les débarrasse de leurs déchets. Il circule dans les vaisseaux sanguins et est le plus important liquide biologique de notre corps.
[12]

II.1.2 Les fonctions du sang :

- Fonction de transport : apport d'O₂ et de nutriments, transport des déchets cellulaires (CO₂, déchets azotés) et transport des hormones vers les organes cibles.
- Fonction de régulation : maintien de la température corporelle, du pH normal, du volume adéquate des liquides et de l'équilibre des ions dans le système circulatoire.

- Fonction de protection : prévention de l'hémorragie et de l'infection. [13]

Le sang a des constituants et des fonctions très complexes dont la plupart sont, à ce jour, irremplaçables. Plusieurs constituants, en particulier cellulaires, ne semblent pas concernés, même à long terme, par de telles préparations.

Le don du sang, geste généreux et désintéressé, est à ce jour la seule chance de soins pour les patients souffrant d'un déficit en composants sanguins.

II.1.3 Les composants sanguins :

Le sang représente 1/13^e du poids total du corps humain. Il est composé à 55 % d'un liquide jaune, le plasma, dans lequel flottent des cellules :

- Les globules rouges transportent l'oxygène des poumons aux tissus et captent le gaz carbonique qui est éliminé ensuite par les voies respiratoires ;
- Les globules blancs défendent l'organisme contre les agressions des microbes (bactéries, virus...);
- Les plaquettes empêchent le saignement en colmatant les lésions des vaisseaux.

Le plasma contient aussi des protéines diverses dont les immunoglobulines, l'albumine et les fractions coagulantes.

Le déficit d'un de ces composants entraîne diverses pathologies telles qu'une anémie, une hémorragie ou une diminution des défenses immunitaires de l'organisme.

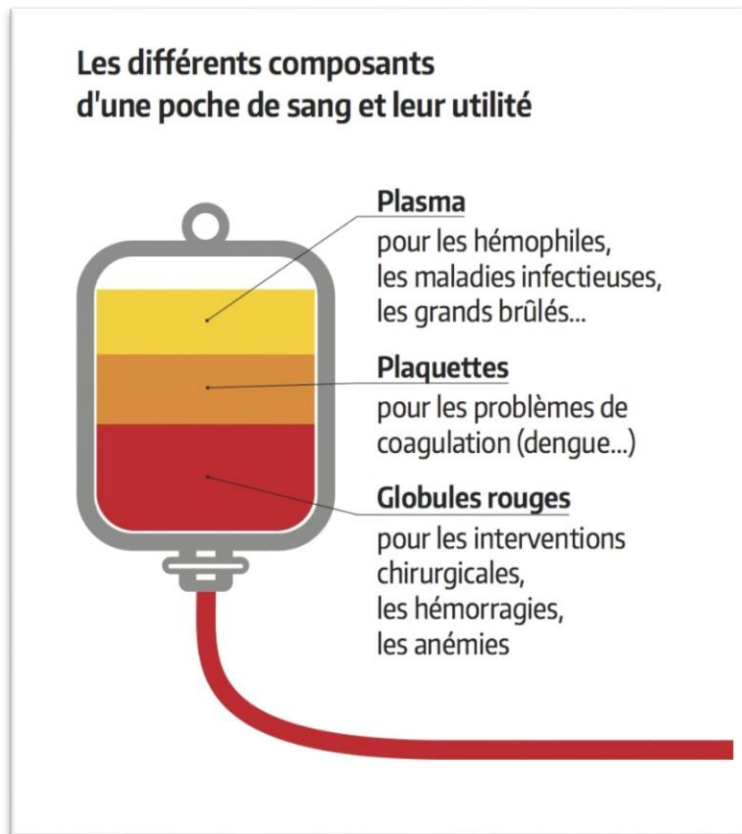


Figure 4 : composants sanguins et leurs utilisation

À partir d'un don de sang total, on peut séparer les différents composants, appelés les Produits Sanguins Labiles (PSL) (concentrés de globules rouges, concentrés de plaquettes, unités de plasma), et fournir ainsi aux malades le seul produit dont ils ont besoin. [12]

II.2 La transfusion sanguine :

II.2.1 Définition :

Une transfusion sanguine consiste à donner du sang ou l'un de ses composants (globules rouges, plaquettes, granulocytes, plasma et protéines) d'une ou plusieurs personnes appelées « donneurs », à un ou plusieurs patients, appelés « receveurs ».

Le développement de produits cellulaires dits altérés, nécessaires au traitement des malades, ne peut se faire que par la mise en place d'une chaîne de solidarité, dont la première

est constituée de donneurs de sang volontaires. La mise à disposition des produits doit respecter les règles de bonnes pratiques transfusionnelles : prélèvement, préparation, bio réhabilitation, distribution et indications cliniques. Le respect de ces règles est une nécessité absolue. [14]

II.2.2 Historie :

Les premières recherches sur la transfusion sanguine remontent au 17^{ème} siècle lorsque le médecin britannique William Harvey a décrit en détail la circulation et les propriétés du sang en 1628. Les premières transfusions sanguines ont également été tentées à cette époque, bien qu'elles aient souvent échoué et se soient avérées mortelles chez l'homme.

La première transfusion sanguine réussie enregistrée a été réalisée par le médecin britannique Richard Lower en 1665 lorsqu'il a saigné un chien presque à mort, puis a ressuscité l'animal en transfusant le sang d'un autre chien via une artère liée.

En 1667, Jean-Baptiste Denis, médecin du roi Louis XIV, réalise la transfusion du sang d'un animal à un humain. Denis a transfusé le sang d'un mouton à un garçon de 15 ans et plus tard à un ouvrier, qui ont tous deux survécu aux transfusions.

En 1818, l'obstétricien britannique James Blundell réussit à transfuser du sang humain à une patiente qui avait eu une hémorragie pendant l'accouchement. En 1901, Karl Landsteiner, un médecin autrichien a découvert les premiers groupes sanguins humains, qui ont aidé la transfusion à devenir une pratique plus sûre. En réalisant des expériences dans lesquelles il a mélangé des échantillons de sang prélevés sur son personnel, Landsteiner a découvert les groupes sanguins A, B et O et a établi les principes de base de la compatibilité ABO. En 1907, un chirurgien américain du nom de Reuben Ottenberg a suggéré que le sang du patient et du donneur soit regroupé et croisé avant une procédure de transfusion sanguine.

Entre 1914 et 1918, les anticoagulants tels que le citrate de sodium se sont avérés prolonger la durée de conservation du sang et la réfrigération s'est également avérée être un moyen efficace de conserver le sang. Dans les années 1920 et 1930, le don volontaire de sang pour le stockage et l'utilisation a commencé. À peu près à la même époque, Edwin Cohn a développé le fractionnement à froid de l'éthanol, une méthode de décomposition du sang en ses composants pour obtenir de l'albumine, de la gamma globuline et du fibrinogène, par exemple.

Pendant la Seconde Guerre mondiale, la transfusion sanguine a été utilisée à grande échelle pour soigner les soldats blessés et est devenue bien connue comme une procédure de sauvetage. [15]

II.2.3 Objectifs et responsabilités :

La principale responsabilité d'un service de transfusion sanguine est de fournir un approvisionnement sûr, suffisant et opportun en sang et en produits sanguins. En s'acquittant de cette responsabilité, le BTS (Blood Transfusion Service) doit s'assurer que l'acte de don de sang est sûr et ne cause aucun préjudice au donneur. Il devrait constituer et maintenir un pool de donneurs de sang sûrs, volontaires et non rémunérés et prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer que les produits dérivés du sang donné sont efficaces pour le receveur, avec un risque minimal de toute infection qui pourrait être transmise par transfusion. Tous les donneurs de sang potentiels doivent donc être évalués quant à leur aptitude à donner du sang, à chaque occasion de don.

Le but de la sélection des donneurs de sang est de :

- Protégez la santé et la sécurité des donneurs en prélevant du sang uniquement sur des individus en bonne santé.
- Assurer la sécurité des patients en prélevant du sang uniquement auprès de donneurs dont les dons, une fois transfusés, seront sans danger pour les receveurs.
- Identifiez tous les facteurs qui pourraient rendre une personne inadmissible en tant que donneur, que ce soit temporairement ou définitivement.
- Réduire l'exclusion inutile de donneurs sains et saufs.
- S'assurer de la qualité des produits sanguins issus des dons de sang total et d'aphérèse.
- Minimiser le gaspillage de ressources résultant de la collecte de dons inadaptés. [16]

II.2.4 Les groupes sanguins :

La quantité précise de sang dans le corps d'une personne dépendra de sa taille. De plus, la composition du sang varie d'un individu à l'autre. Cette différence de structure est ce qui fait le groupe sanguin d'une personne.

Le groupe sanguin d'un individu dépend des gènes dont il a hérité de ses parents. ABO est le système le plus connu pour regrouper les groupes sanguins, Ce groupe sanguin dépendra des antigènes qui se trouvent à la surface des globules rouges.

Les scientifiques utilisent deux types d'antigènes pour classer les groupes sanguins :

- Antigènes ABO.
- Antigènes Rh.

Le système de groupe sanguin ABO classe les groupes sanguins en fonction des différents types d'antigènes dans les globules rouges et d'anticorps dans le plasma. Ils utilisent le système ABO parallèlement au statut antigénique RhD pour déterminer le ou les types de sang correspondants pour une transfusion de globules rouges en toute sécurité.

II.2.4.1 Le système ABO :

- Groupe A: La surface des globules rouges contient l'antigène A et le plasma contient des anticorps anti-B. L'anticorps anti-B attaquerait les cellules sanguines contenant l'antigène B.
- Groupe B: La surface des globules rouges contient l'antigène B et le plasma contient des anticorps anti-A. L'anticorps anti-A attaquerait les cellules sanguines qui contiennent l'antigène A.
- Groupe AB : Les globules rouges possèdent à la fois les antigènes A et B, mais le plasma ne contient pas d'anticorps anti-A ou anti-B. Les personnes de type AB peuvent recevoir n'importe quel groupe sanguin ABO.
- Groupe O : Le plasma contient à la fois des anticorps anti-A et anti-B, mais la surface des globules rouges ne contient aucun antigène A ou B. Étant donné que ces antigènes ne sont pas présents, une personne de n'importe quel groupe sanguin ABO peut recevoir ce type de sang.

II.2.4.2 Le système Rhésus (Rh) :

Certains globules rouges possèdent le facteur Rh, également connu sous le nom d'antigène RhD. Le groupement rhésus ajoute une autre dimension.

Si les globules rouges contiennent l'antigène RhD, ils sont RhD positifs. S'ils ne le font pas, ils sont RhD négatif.

II.2.4.3 La distribution des groupes sanguins :

Les médecins doivent tenir compte à la fois de l'ABO et du Rh lors de l'examen des groupes sanguins. Cela signifie qu'il existe huit groupes sanguins principaux dans le système de groupes sanguins ABO/Rh. Certains sont plus fréquents que d'autres.

Selon l'American Association of Blood Banks, les statistiques de distribution des groupes sanguins aux États-Unis sont les suivantes : [17]

| Groupe sanguin ABO | Pourcentage de personnes |
|---------------------------|---------------------------------|
| A-positive (A+) | 30% |
| A-negative (A-) | 6% |
| B-positive (B+) | 9% |
| B-negative (B-) | 2% |
| AB-positive (AB+) | 4% |
| AB-negative (AB-) | 1% |
| O-positive (O+) | 39% |
| O-negative (O-) | 9% |

Tableau 1 : La distribution des groupes sanguins

II.2.4.4 Compatibilité du groupe sanguin :

| Blood type | Gives | Receives |
|-------------------|------------------|-----------------|
| A+ | A+, AB+ | A+, A-, O+, O- |
| O+ | O+, A+, B+, AB+ | O+, O- |
| B+ | B+, AB+ | B+, B-, O+, O- |
| AB+ | AB+ | Everyone |
| A- | A+, A-, AB+, AB- | A-, O- |
| O- | Everyone | O- |
| B- | B+, B-, AB+, AB- | B-, O- |
| AB- | AB+, AB- | AB-, A-, B-, O- |

MEDICALNEWS TODAY

Figure 5 : Compatibilité du groupe sanguin

II.2.5 Les types de donne de sang :

Il existe deux différents types du don de sang qui sont : le don de sang total et le don de sang aphérèse.

II.2.5.1 Le don de sang total :

Le prélèvement de sang total constitue la matière première majoritaire, à partir de laquelle, après plusieurs étapes de préparation, il est possible d'obtenir deux ou trois produits en fonction du dispositif de prélèvement utilisé : un concentré de globules rouges, un plasma et un concentré plaquettaire, Le don du sang doit respecter les conditions suivantes:

- Le prélèvement de sang total est effectué chez les sujets âgés de dix-huit ans à soixante-cinq ans.
- La durée de prélèvement est de 08 à 10 minutes.
- L'intervalle entre 02 dons : 03 mois pour l'homme et 04 mois pour la femme.

II.2.5.2 Le don de sang apherese :

Le prélèvement par apherese permet d'obtenir un produit sanguin à l'aide d'un séparateur de cellules sanguines par centrifugation. [18]

II.2.6 Règles du don du sang :

Le prélèvement repose sur les règles de l'éthique : anonymat, bénévolat et absence d'intérêt financier. Et aussi dans le respect des règles de limite d'âge et fréquence pour tous les types de sang. [19]

| Type de don Condition à respect | Don de sang total | Don par apherese | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|
| | | Don de plasma | Don de plaquette | Don des leucocytes |
| Condition d'âge | 18--65 ans < 60 ans chez les sujets ne jamais donner du sang | 18-60 ans | 18-60ans | 18-50 ans |
| Volume prélevé | 8 ml/ Kg. Volume maximale 500mL. | 600 ml/don 1 L par mois 2 L par an | Volume max 600mL 6×10^{11} - 8×10^{11} par unité | 500mL |
| Fréquence des prélèvements | 5 fois/an chez l'homme, 3 fois/an chez la femme. 3 fois/ an entre 60-65 ans chez les hommes et les femmes | ≤ 20 fois/ an | ≤ 5 fois/ an | ≤ 2 foi/ an ≤ 4 fois / an en cas de nécessité |
| Intervalle entre deux prélèvements | 8 semaines | 2 semaines | 8 semaines | 8 semaines |

Tableau 2 : Tableau des Règles du don

II.3 La chaîne logistique sanguine :

La chaîne logistique sanguine commence par le donneur de sang et se termine par le patient, ses activités comprennent la collecte, les tests, le stockage et la distribution du sang (et ses dérivés) des donneurs aux patients pour les urgences, des traitements médicaux chirurgicaux ou de routine. Ces activités peuvent être divisées en 4 niveaux principaux : de collecte, de production, d'inventaire et de distribution.

II.3.1 Le prélèvement :

II.3.1.1 Les étapes de don du sang :

Le parcours pour le don du sang est le même que soit le lieu de collecte au site mobile ou fixe. Il y a 5 étapes pendant une collecte de sang pour un donneur :

Étape 1 : l'accueil du donneur :

L'accueil a trois fonctions :

- La création ou la mise à jour du dossier du donneur : Celui-ci doit présenter une pièce d'identité pour que le secrétariat s'occupe de son inscription administrative.
- L'attribution d'un numéro unique pour chaque don sur le plan national : Il sera le seul identifiant permettant de suivre la chaîne entière du don et garantissant de façon anonyme le lien entre le donneur et tous les receveurs transfusés. On l'appelle la traçabilité.
- La remise au donneur d'un questionnaire de santé à remplir : Il s'agit d'un document de préparation à l'entretien médical.

Étape 2 : l'entretien médicale :

Confidentiel et couvert par le secret médical, l'entretien entre le donneur et le médecin est essentiel pour garantir la plus grande sécurité possible.

C'est grâce à cet entretien que le médecin confirme que le donneur ne prend aucun risque : ni pour lui-même, ni pour le receveur. Il prend en considération les antécédents médicaux du donneur et recherche les comportements à risques éventuels.

Le donneur est invité à lire un certain nombre d'informations concernant le don du sang et à poser des questions. Le médecin fournit les explications complémentaires nécessaires à la compréhension du don de sang.

Le médecin procède à un examen clinique : il consiste en la prise de tension artérielle et la vérification du taux d'hémoglobine du donneur. Cet examen est obligatoire avant chaque don du sang.

Etape 3 : l'entretien médicale :

Après avis favorable du médecin qui reconnaît le donneur médicalement apte au don, le prélèvement est effectué par un infirmier spécialement qualifié. Il prépare le matériel stérile et à usage unique.

Le premier millimètre de sang capturé dans une petite poche a été dérivé pour permettre aux bactéries qui auraient pu être présentées au moment de l'échantillon. Ces premiers millilitres n'entreront pas dans le circuit de transfusion sanguine, mais seront utilisés pour réaliser les tuyaux d'analyse pour effectuer des tests biologiques (groupe sanguin, tests viraux, etc.)

La durée et le volume des différents prélèvements :

- Le prélèvement du sang total dure environ 10 minutes - 450 ml de sang sont prélevés.
- Le prélèvement de plasma dure entre 1h et 1h20 - 600 ml de plasma sont prélevés.
- Le prélèvement de plaquettes dure entre 2h et 2h20 - 600 ml de plaquettes sont prélevés.

Etape 4 : La collation et le repos :

Après le don, une collation est offerte au donneur. Ce moment agréable et important permet d'observer un court repos sous surveillance médicale.

Etape 5 : Après le don :

Après un prélèvement, l'organisme reconstitue très vite, et de manière naturelle, le sang qui a été prélevé. Des mécanismes compensateurs entrent directement en action :

- Les vaisseaux sanguins se contractent ce qui permet de maintenir une tension artérielle normale.

- Le sang est redistribué dans l'organisme afin d'oxygéner préférentiellement le cœur et le cerveau.
 - Le plasma se reconstitue.
 - Une réserve de plaquettes est libérée et la production de nouvelles plaquettes s'accélère.
- [20]

II.3.1.2 Lieu de collecte de sang :

Dans tous les cas la collecte de sang se fait soit dans des sites fixes (CTS) ou au niveau des lieux de collecte mobiles.

- **Collecte mobile :**

Dans de nombreuses villes, villages, zones rurales et îles, le nombre et la densité de population sont trop faibles pour supporter des installations de collecte statiques permanentes. Cependant, ces zones peuvent abriter plus de 70% de la population nationale dans certains pays et ne peuvent être négligées en tant que source de dons de sang. Dans ces endroits, des centres de collecte démontables peuvent être appropriés.

Tout l'équipement et le mobilier nécessaires à un centre de prélèvement démontable sont transportés dans un camion généralement basé au centre de transfusion sanguine. Le véhicule est conduit vers une installation de collecte temporaire dans un bâtiment existant, où le mobilier et l'équipement sont déchargés, et l'installation est mise en place pour plusieurs jours. Une fois terminé, le mobilier et l'équipement sont remis dans le véhicule, qui se dirige ensuite vers sa prochaine destination ou retourne au centre de transfusion sanguine.

Nous avons aussi des unités mobiles de collecte qui sont généralement des bus ou des autocars qui sont conduits à des endroits accessibles aux donneurs.

Heures d'ouverture :

Les centres de collecte mobile sont généralement installés pour un à quatre jours au max dans un même lieu. Les heures d'ouverture doivent être déterminées localement pour assurer un maximum de commodité et d'accès aux donneurs.

Location :

Les centres de collecte démontables doivent être installés dans un endroit très visible et facilement accessible au public. Le bâtiment sélectionné pour une installation démontable doit avoir une abondance de lumière naturelle, en particulier dans les zones des donneurs, et une planification ouverte maximale pour améliorer l'observation des donneurs par le personnel.

▪ **Site fixe :**

Les centres de collecte de sang fixe sont des installations de don de sang dans des locaux fixes ou permanents. Il peut s'agir d'établissements autonomes ou situés dans un centre de transfusion sanguine.

Heures d'ouverture :

Il devrait être ouvert presque tout le temps pour répondre aux besoins des donneurs, surtout en cas d'urgence.

Location :

Des installations de collecte fixe devraient être mises en place pour garantir un accès public maximal. Un bon accès aux transports en commun et un parking approprié sont essentiels. En règle générale, les centres de collecte fixes sont situés dans des hôpitaux ou des centres de collecte dédiés. [21]

II.3.2 Étiquetage :

Un système doit être en place pour s'assurer que le contenant final n'est étiqueté qu'après que tous les tests obligatoires ont été effectués conformément aux exigences de la pharmacopée.

Les exigences doivent garantir :

- Traçabilité des produits
- Stockage et manipulation appropriés des unités
- Sélection appropriée des unités de transfusion

L'étiquette doit être solidement fixée au récipient et doit être claire et lisible. Toute information écrite à la main doit être lisible et à l'encre permanente et résistante à l'humidité.

II.3.2.1 Étiquetage pour le sang total/ composant :

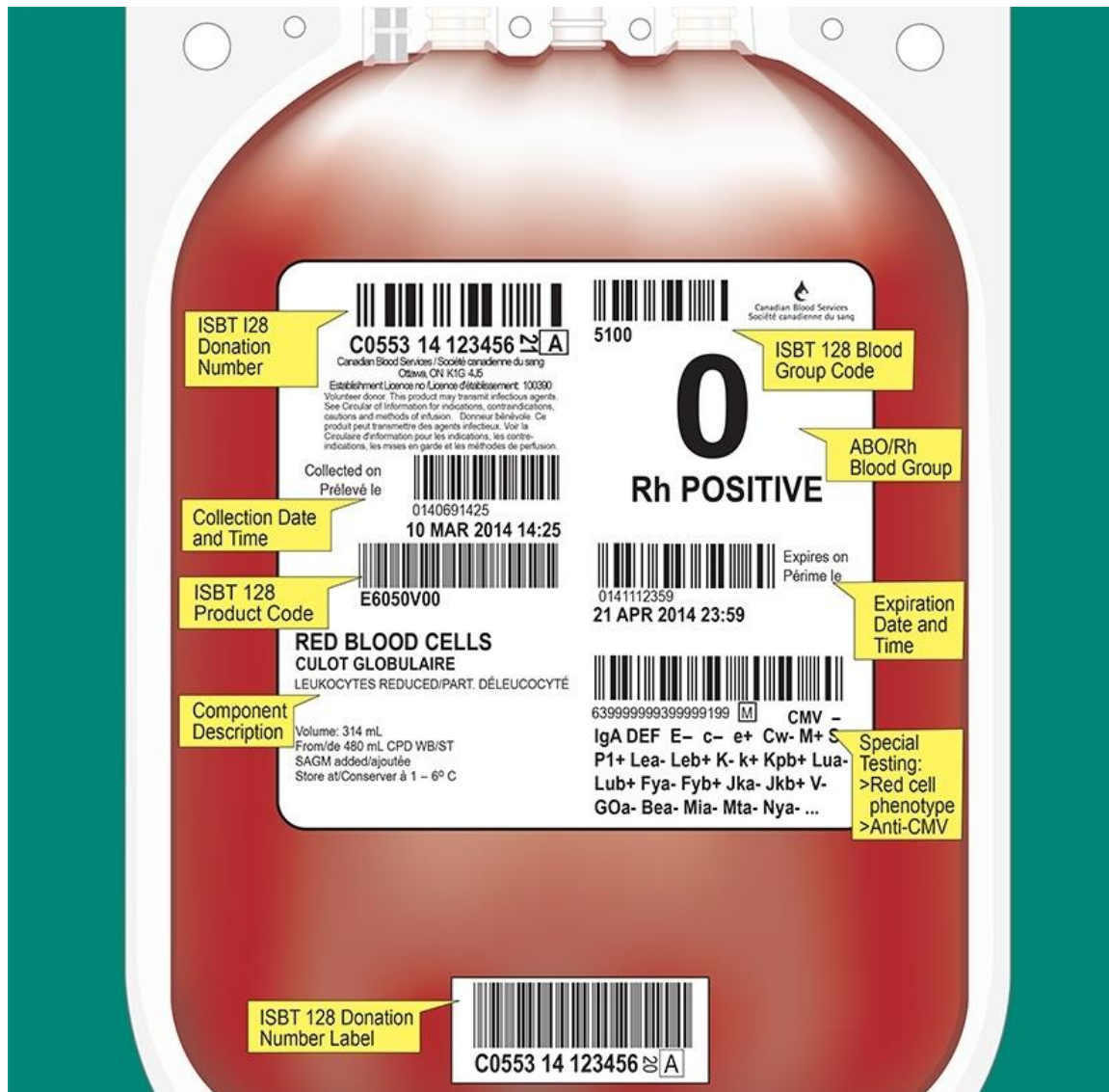


Figure 6 : Étiquetage

Après le traitement du sang, une étiquette finale doit être apposée sur la poche avec les informations suivantes :

- Nom du produit, c'est-à-dire sang total ou composant ou composant prévu.
- L'identification numérique ou alphanumérique.
- La date de collecte et de péremption.
- Le nom et la quantité d'anticoagulant et le volume approximatif de sang prélevé.
- Pour le concentré plaquettaire, le plasma et les composants obtenus par aphérèse, le volume approximatif des composants doit être indiqué.

- Schéma de couleurs :

Le code couleur suivant est utilisé pour différencier l'étiquette du groupe ABO (Groupe sanguin O – Bleu ; Groupe sanguin A – Jaune ; Groupe sanguin B – Rose ; Groupe sanguin AB – Blanc).

- Température de stockage, date de péremption.
- Type ABO et Rh.
- Interprétation AgHBs/VHC/VIH 1 & 2/VDRL/test paludisme/anticorps inattendus
- Nom, adresse et numéro de licence de fabrication de l'installation de collecte.

II.3.3 Stockage, transport et expiration :

II.3.3.1 Réfrigérateurs et congélateurs pour le stockage :

Une zone désignée doit être utilisée pour le stockage afin de limiter la détérioration et d'éviter d'endommager les matériaux en cours de traitement et les produits finaux. L'accès à ces zones devrait être contrôlé.

Les réfrigérateurs ou congélateurs dans lesquels le sang et les composants sanguins sont stockés doivent être utilisés uniquement pour le stockage du sang, des composants sanguins et des échantillons sanguins et non pour d'autres éléments. Tous les réactifs doivent être stockés dans des réfrigérateurs séparés dans les laboratoires spécifiques.

Le réfrigérateur/la chambre froide de la banque de sang doit avoir une température intérieure de $4\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et doit avoir un système pour surveiller la température en continu ou au moins la température doit être enregistrée toutes les 4 heures. Un système d'alarme et une alimentation électrique alternative doivent être disponibles.

Une autre installation de stockage adéquate et un affichage écrit des instructions pour conserver le sang et les composants en cas de panne de courant ou d'équipement doivent être fournis dans la zone de conservation. L'alarme de tous les équipements de stockage doit se déclencher dans une zone disposant d'une couverture adéquate en personnel 24 heures sur 24 pour garantir une action corrective immédiate. [22]

II.3.3.2 Le transport :

Le sang total, concentré de globules rouges, doit être transporté de manière à maintenir une température maximale de $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Concentré de plaquettes/granulocytes conservé et transporté à $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Les composants stockés congelés doivent être transportés de manière à les maintenir congelés. Lorsqu'ils sont délivrés pour transfusion, ils doivent être décongelés à 37°C avant leur délivrance. La température pendant le transport doit être surveillée. [22]

II.3.3.3 Stockage et expiration :

| Composant | Stockage et expiration |
|-------------------------|--|
| Le sang total | <p>Le sang total doit être conservé à $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dans des poches de sang en plastique.</p> <p>Le sang total prélevé dans une solution anticoagulante de citrate-phosphate-dextrose (CPD) doit avoir une date de péremption ne dépassant pas 21 jours après la phlébotomie. Le sang total prélevé dans un anticoagulant citrate-phosphate dextrose avec adénine (CPDA-1) doit avoir une date de péremption ne dépassant pas 35 jours après la phlébotomie.</p> <p>Le sang total en solution d'héparine doit avoir une période de péremption ne dépassant pas 24 heures après le prélèvement.</p> |
| des globules rouges | <p>Les globules rouges qui sont séparés dans un système fermé doivent avoir la même date de péremption que le sang total à partir duquel ils sont préparés. Le moment du prélèvement du plasma n'a pas d'incidence sur la date de péremption des concentrés de globules rouges. Cependant, si un système ouvert est utilisé, la date de péremption doit être de 24 heures après la séparation. Le concentré de globules rouges doit être conservé à $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Les globules rouges contenant des solutions additives telles que SAGM, ADSOL, NUTRICEL doivent être conservés jusqu'à 42 jours, le jour de la collecte étant considéré comme le jour zéro.</p> |
| Concentré de plaquettes | <p>Le concentré plaquettaire doit être stocké entre $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ avec une agitation continue douce à plat (60-70/min) ou un rotor (5 – 10 cycles/min.) maintenu pendant toute la période de stockage. La date de péremption du</p> |

| | |
|---------------------------|--|
| | concentré plaquettaire préparé dans un système fermé doit être de 3 jours après le prélèvement du sang d'origine. La date de péremption peut être prolongée à 5 jours ou plus lorsque des sacs en plastique spéciaux ou des anticoagulants sont utilisés. |
| Concentré de granulocytes | La température de stockage du concentré de leucocytes est de $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Il doit être transfusé dès que possible et au plus tard 24 heures après la saignée. |
| plasma | Le plasma d'un seul donneur doit être séparé du sang total à tout moment jusqu'à 5 jours après l'expiration du sang total. Le plasma séparé après la date de péremption doit être utilisé pour le fractionnement. S'ils sont séparés pendant la durée de conservation, ils doivent être conservés pendant 1 an à -30°C ou moins et utilisés comme plasma pour transfusion. |

II.3.4 La qualification biologique des dons :

La phase de qualification permet de garantir la qualité et la sécurité des produits sanguins délivrés aux patients. Les tubes d'échantillons prélevés sur le donneur sont acheminés vers un laboratoire de qualification biologique du don (LQBD). la qualification permet d'avoir les données nécessaires de maladies infectieuses. Elle participe également au dépistage d'anomalies ou de particularités chez le donneur lorsqu'elles sont mises en évidence à l'occasion des examens biologiques pratiqués. [23]

II.3.5 La distribution :

Dans cette activité l'ensemble des stocks de produits finis est géré et réparti à travers le maillage transfusionnel (site ou dépôt) d'une région.

La fourniture de produits sanguins labiles par un établissement de transfusion sanguin, aux établissements de santé gérant des dépôts de sang et aux fabricants de produits de santé dérivés du sang humain ou de ses composants. [23]

II.3.6 Receveur :

Le formulaire de demande de sang total ou de composants accompagné des échantillons de sang du receveur doit être lisible et comporter les informations suivantes :

- Nom du destinataire
- Âge, sexe, service et numéro de lit
- Groupe sanguin du receveur si fait plus tôt
- Pour éviter les erreurs, il est préférable d'effectuer le groupage sanguin avant la réception de la demande de compatibilité croisée
- Nom du responsable de l'unité de traitement
- Quantité de sang/composant nécessaire
- Date et heure du besoin en composants sanguins
- Courant/urgence
- Diagnostic
- Raison de la transfusion - Hémoglobine / numération plaquettaire
- Antécédents de transfusion antérieure
- Antécédents obstétricaux en cas de patiente
- Nom de l'hôpital / Numéro d'enregistrement de l'hôpital
- Signature du médecin conseil
- Nom et signature du phlébotomiste prélevant l'échantillon du patient. [22]

II.4 La gestion de la chaîne logistique sanguine :

La gestion de la chaîne logistique sanguine en général cherche à créer suffisamment de réserves pour augmenter l'accès à différents produits sanguins et réduire le taux de mortalité résultant du sang expiré. La réponse adéquate et opportune des gestionnaires à leurs clients est considérée comme vitale en raison de la périssabilité du sang, de l'incertitude de la demande sanguine et de la relation directe entre la disponibilité / manque d'approvisionnement en sang et la vie humaine. En outre, la sensibilisation aux hôpitaux de la quantité optimale de demandes des fournisseurs est essentielle à la réduction du rendement sanguin et de la perte de sang, car la perte de produits sanguins entraîne sûrement des dépenses élevées.

La fourniture de sang pour l'industrie des soins de santé, le traitement et le grand public est d'une importance cruciale en raison de son rôle irremplaçable dans le traitement clinique. La demande de sang est relativement aléatoire et son approvisionnement suit rarement un schéma statistique spécifique. Adapter efficacement la demande et les niveaux d'offre est un processus complexe. [24]

Conclusion :

Dans ce deuxième chapitre nous avons essayé de présenter la chaîne logistique sanguine. Nous avons commencé par présenter le concept de sang, ses composants et son fonction à l'intérieur du corps. Ensuite nous avons parlé du processus de transfusion sanguine, son évaluation, les groupes sanguins (groupage) et aussi les types de don de sang. Ensuite nous avons abordé les activités de la chaîne logistique sanguine, qui commence par le prélèvement, la collecte, transport, stockage et distribution aux hôpitaux ou service demandeur, Dans le chapitre suivant nous passerons au côté pratique de cette étude qui portera sur la planification de la collecte de sang.

chapitre III.

Problématique et résultats obtenus

Introduction :

La valeur importante de sang et son besoin urgent d'une part et le problème de l'incertitude dans son processus de collecte d'autre part, nous ont fait essayer de proposer un modèle mathématique qui nous aide à prendre des décisions concernant la planification des collectes du sang mobile, ce qui est à la lumière des données que nous avons et les contraintes et les objectifs souhaités afin d'atteindre des résultats raisonnables et applicable.

Dans ce chapitre nous allons essayer de proposer un modèle mathématique et présenter les données dont nous disposons, puis essayer de la résoudre à l'aide de solveur CPLEX.

III.1 Le Recherche Opérationnelle :

Le Recherche Opérationnelle (RO) qui recourt à des méthodes scientifiques pour élaborer une décision, rationalisé, stimule et optimise l'architecture et le fonctionnement d'un système de production ou d'organisation. Cela passe par des modèles qui analysent une situation complexe et aident un dirigeant à faire un choix. Meilleure compréhension du problème, prise en compte des données et des solutions possibles, prédictions de résultats et évaluation des risques

La recherche opérationnelle recouvre des méthodes et techniques rationnelles pour trouver la meilleure façon faire des choix et aboutir au résultat visé ou au meilleur résultat possible. C'est ce que l'on appelle une aide à la décision. Une modélisation pour analyser et maîtriser des situations complexes permet à un décideur de mesurer les enjeux et de choisir l'option la plus efficace. [25]

III.2 État de sur l'art la planification de collecte de sang:

En 2013 Edgar ALFONSO-LIZARAZO et ceux avec lui dans leur thèse de doctorat ils ont proposé une planification de collecte de sang en deux étapes. La première étape est la planification annuelle pour déterminer les semaines de collecte à chaque site mobile afin d'assurer l'autosuffisance régionale en approvisionnement en sang. La deuxième étape est la planification hebdomadaire détaillée pour déterminer les jours de collectes sur chaque site mobile et former les équipes de transfusion correspondantes. Deux modèles de programmation

mixte en nombres entiers sont proposés pour la planification annuelle en supposant des fréquences de collecte mobiles fixes ou variables. Un nouveau modèle de prévision des dons est proposé en fonction de la démographie de la population, de la générosité des donateurs et de la disponibilité des donateurs. La prévision des dons est faite en tenant compte de la démographie, de la générosité et de la disponibilité des donateurs. La suffisance en sang est modélisée par les stocks de sang, les dons régionaux et le sang importé ou offert à d'autres régions.

Ce qui nous intéresse dans notre recherche est la planification annuelle pour déterminer les semaines de collecte à chaque site mobile, donc dans leur modèle ils considèrent un système régional, chaque région composé de plusieurs sites fixes qui supportent différents sites mobiles (villes, villages, entreprises, écoles, universités, ...), une région a une demande hebdomadaire donnée, et il peut importer du sang supplémentaire et exporter du sang excédentaire vers d'autres régions, un horizon de planification est d'un an et une période de temps est d'une semaine, une demande de RBC (Red Blood Cells) sur l'horizon de planification est supposée connue à partir des dossiers historiques, une capacité de production est donnée ainsi que le nombre de ressources humaines disponibles sur chaque site fixe.

Chaque un de site fixe et mobile ont leurs propres paramètres et contraintes.

L'objectif est de garantir l'autosuffisance régionale des RBC, c'est-à-dire de minimiser le total des RBC importés d'autres régions sur l'horizon de planification. [23]

III.3 Description du notre problème :

Notre problème consiste à fournir un stock de sang suffisant qui réponde à la demande et au besoin de sang au bon moment et en benne quantité, ce qui est très important et peut contribuer à sauver des vies humaines. D'autre parte, nous cherchons à réduire le stock excédentaire qui peut devenir invalide en raison de la courte durée de conservation du sang, ce qui considéré comme une perte énorme. Et cela ne peut se faire que grâce à une bonne planification des collectes de sang, et tout cela face à l'incertitude de la demande et de la quantité de sang collectée également.

Et pour cela nous cherchons à développer un modèle mathématique qui aide à la prendre des décisions et à planifier des collectes de sang, dans le but de réduire l'écart entre la production représentée par les dons et la consommation représentée par les demande de sang,

et aussi de réduire la sous-traitance entre les régions et l'autosuffisance ou la dépendance de chaque région sur elle-même pour subvenir à ses besoins en sang.

III.4 Les sites de collecte et les banques de sang dans la wilaya de Tlemcen :

Dans la Wilaya de Tlemcen nous avons 53 communes, dont nous considérerons ses centres comme des points et des sites de de collecte mobile de sang.

Tlemcen contient 6 hôpitaux répartis sur 6 communes un CHU (Centre Hospitalo-Universitaire) et 5 EPH (Etablissement Public Hospitalier) qui sont :

- CHU Tlemcen
- EPH Maghnia
- EPH Remchi
- EPH Sebdou
- EPH Ghazaouet
- EPH Nedroma

Que nous considérerons comme des banques de sang, soit un total de 6 banques de sang, nous relierons chaque site de collecte de sang au plus proche banque de sang, on utilise un modèle mathématique simple qui relie chaque site à une seule banque qui le plus proche, et c'est après avoir calculé la matrice de distance.

```

collect.mod  collect.dat  banqregion.mod  banqregion
1  /*****
2  * OPL 12.6.0.0 Model
3  * Author: LENOVO
4  * Creation Date: 30 juin 2022 at 00:04:44
5  *****/
6  range a = 1 .. 6;
7  range b = 1 .. 53;
8  int D [a][b] = ...;
9
10 dvar boolean X[a][b];
11
12 minimize sum (i in a, j in b) X[i][j] * D[i][j];
13
14 subject to {
15
16 forall (j in b) sum (i in a) X[i][j] == 1;
17 }

```

Figure 7 : modèle sur CPLEX pour attacher chaque site à une seule banque

Communes de la wilaya de Tlemcen (codes ONS) :

- 01 . Tlemcen • 02 . Beni Mester • 03 . Aïn Tallout • 04 . Remchi • 05 . El Fehoul • 06 . Sabra • 07 . Ghazaouet • 08 . Souani • 09 . Djebala • 10 . El Gor • 11 . Oued Lakhdar • 12 . Aïn Fezza • 13 . Ouled Mimoun • 14 . Amieaur • 15 . Aïn Youcef • 16 . Zenata • 17 . Beni Snous • 18 . Bab El Assa • 19 . Dar Yaghmouracene • 20 . Fellaoucene • 21 . Azaïls • 22 . Sebaa Chioukh • 23 . Terny Beni Hdiel • 24 . Bensekrane • 25 . Aïn Nehala • 26 . Hennaya • 27 . Maghnia • 28 . Hammam Boughrara • 29 . Souahlia • 30 . MSirda Fouaga • 31 . Aïn Fetah • 32 . El Aricha • 33 . Souk Tlata • 34 . Sidi Abdelli • 35 . Sebdou • 36 . Beni Ouarsous • 37 . Sidi Medjahed • 38 . Beni Boussaid • 39 . Marsa Ben M'Hidi • 40 . Nedroma • 41 . Sidi Djillali • 42 . Beni Bahdel • 43 . El Bouihi • 44 . Honaïne • 45 . Tienet • 46 . Ouled Riyah • 47 . Bouhlou • 48 . Beni Khellad • 49 . Aïn Ghoraba • 50 . Chetouane • 51 . Mansourah • 52 . Beni Semiel • 53 . Aïn Kebira

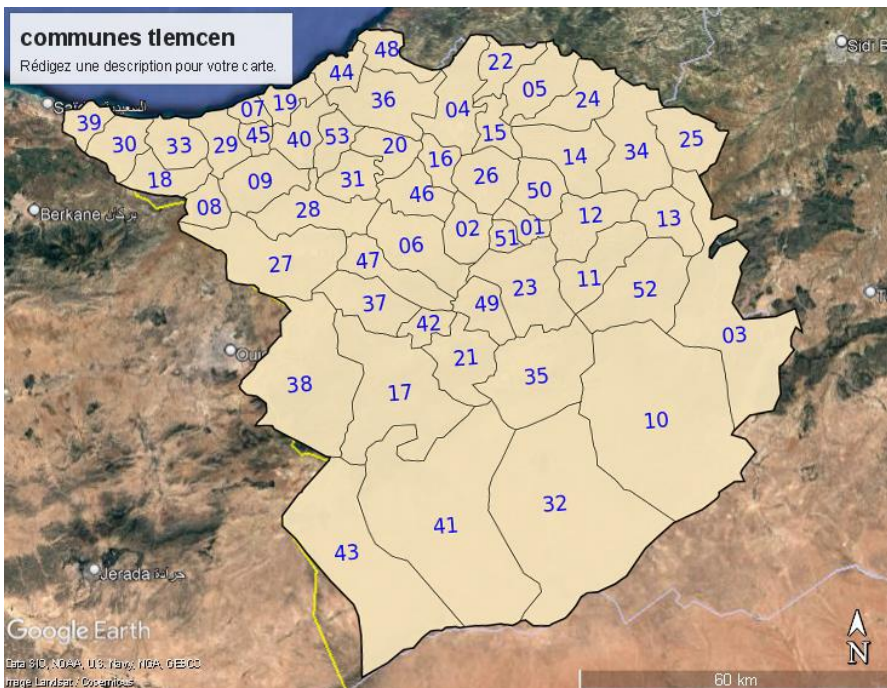


Figure 8 : les communes de Tlemcen sur le carte

La matrice de distance entre les communes et les banque en (km) :

Tableau 3 : matrice de distance entre les communes

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
|---------------|---------|---------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|---------|---------|-------|--------|-------|----------|-------------|--------------|------------|------------|---------------|
| | Tlemcen | Maghnia | Mansourah | Chetouane | Remchi | Sebdou | Ghazaouet | Hennaya | Nedroma | Sabra | Misour | Ouled | Souahlia | Beni Mester | Sidi Abdelli | Bensekrane | Ain Youcef | Beni Boussaid |
| CHU Tlemcen | 0 | 51 | 4 | 7 | 24 | 38 | 70 | 10 | 61 | 29 | 34 | 87 | 12 | 41 | 29 | 25 | 75 | |
| EPH Maghnia | 50 | 0 | 51 | 51 | 47 | 66 | 48 | 47 | 32 | 24 | 80 | 39 | 40 | 84 | 72 | 55 | 24 | |
| EPH Remchi | 24 | 47 | 25 | 25 | 0 | 62 | 62 | 14 | 43 | 41 | 54 | 61 | 27 | 37 | 26 | 8 | 70 | |
| EPH Sebdou | 38 | 65 | 37 | 46 | 62 | 0 | 108 | 48 | 99 | 37 | 47 | 125 | 44 | 70 | 66 | 63 | 71 | |
| EPH Ghazaouet | 70 | 48 | 70 | 71 | 53 | 108 | 0 | 60 | 14 | 71 | 99 | 10 | 70 | 90 | 78 | 61 | 66 | |
| EPH Nedroma | 59 | 32 | 60 | 60 | 42 | 97 | 14 | 49 | 0 | 55 | 89 | 17 | 60 | 80 | 68 | 50 | 55 | |

| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
|---------------|--------|---------------|------------------|------------|-----------|-------------|-------------|--------|-------------|-----------|--------|---------|--------|------------|---------------|-----------|--------------|------------|
| | Amieur | Beni Ouarsous | Hammam Boughrara | Beni Snous | Ain Fezza | Ain Tellout | Bab El Assa | Souani | Fellaoucene | El Bouihi | El Gor | Djebala | Azails | Ain Fettah | Sidi Medjahed | El Fehoul | Beni khellad | Ain Nehala |
| CHU Tlemcen | 21 | 36 | 40 | 40 | 12 | 41 | 85 | 72 | 39 | 82 | 54 | 66 | 36 | 47 | 59 | 34 | 46 | 60 |
| EPH Maghnia | 64 | 45 | 12 | 42 | 63 | 88 | 37 | 24 | 32 | 65 | 82 | 25 | 43 | 25 | 12 | 71 | 63 | 124 |
| EPH Remchi | 30 | 15 | 35 | 65 | 37 | 61 | 83 | 70 | 21 | 111 | 78 | 48 | 60 | 29 | 55 | 24 | 22 | 80 |
| EPH Sebdou | 58 | 74 | 78 | 31 | 50 | 55 | 123 | 110 | 77 | 49 | 19 | 90 | 26 | 85 | 55 | 72 | 84 | 73 |
| EPH Ghazaouet | 86 | 44 | 56 | 90 | 82 | 107 | 33 | 26 | 37 | 106 | 124 | 25 | 91 | 50 | 59 | 77 | 57 | 125 |
| EPH Nedroma | 76 | 33 | 46 | 73 | 72 | 97 | 36 | 29 | 26 | 96 | 113 | 10 | 74 | 40 | 43 | 66 | 47 | 115 |

| | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
|---------------|--------------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|---------------|---------|--------------|-------------|-------------|---------------|--------|-------------|-----------|---------------|-------------|-----------|
| | Sidi Djilali | El Aricha | Bouhlou | Dar Yaghmouracene | Marsa Ben M'Hidi | Terry Beni Hdiel | Msirda Fouaga | Honaine | Oued Lakhdar | Ain Ghoraba | Beni Semiel | Sebaa Chioukh | Tienet | Ouled Riyah | Ez Zenata | Ain El Kebira | Beni Bahdel | Souk Tata |
| CHU Tlemcen | 71 | 57 | 38 | 63 | 112 | 15 | 92 | 66 | 33 | 27 | 45 | 38 | 70 | 29 | 20 | 47 | 39 | 90 |
| EPH Maghnia | 68 | 85 | 22 | 43 | 64 | 65 | 44 | 65 | 79 | 54 | 91 | 56 | 45 | 33 | 45 | 38 | 36 | 41 |
| EPH Remchi | 95 | 81 | 50 | 45 | 110 | 39 | 90 | 48 | 53 | 51 | 65 | 14 | 52 | 22 | 11 | 29 | 63 | 74 |
| EPH Sebdou | 33 | 19 | 54 | 101 | 150 | 23 | 130 | 104 | 44 | 14 | 36 | 76 | 108 | 61 | 58 | 85 | 30 | 128 |
| EPH Ghazaouet | 110 | 127 | 70 | 11 | 54 | 85 | 35 | 39 | 98 | 96 | 111 | 62 | 7 | 54 | 50 | 35 | 84 | 23 |
| EPH Nedroma | 100 | 117 | 54 | 11 | 63 | 74 | 42 | 28 | 88 | 86 | 101 | 51 | 10 | 44 | 40 | 13 | 67 | 30 |

Le résultat obtenu de modèle est une matrice binaire A_{ij} est égale 1 si le site a effectué au banque 0 si no :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| CHU Tlemcen | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| EPH Maghnia | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| EPH Remchi | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| EPH Sebdou | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPH Ghazaouet | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| EPH Nedroma | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tableau 4 : matrice binaire AFij

| | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| CHU Tlemcen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPH Maghnia | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPH Remchi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| EPH Sebdou | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| EPH Ghazaouet | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| EPH Nedroma | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |

III.5 Modèle mathématique :

Les hypothèses :

- Chaque site de collecte dont l'ouverture était précédemment prévue doit être pris en compte.
- Les demandes des banques de sang et les quantités prévues à collecter sont données.
- Une capacité de banque de sang limitée.
- Le nombre de fois d'ouverture d'un site mobile ne dépasse pas le nombre de fois donné.
- Il y a un délai au moins entre deux collections consécutives sur le même site mobile doit être respecté.
- Un site de collecte mobile ne doit pas nécessairement être le même dans chaque collecte, l'important est qu'il soit dans un site vital au sein de la même commune.
- Chaque site de collecte mobile (commune) lié à une seule banque de sang.

Les indices :

i : indices des banques de sang

t : indices des périodes (semaine)

j : indices des sites mobiles

Paramètres :

D_{it} : demande de la banque de sang i dans la période t

R_{it} : taux de rejet après le traitement

Af_{ij} : matrice binaire pour relier chaque site mobile j à une seule banque de sang i

Qcm_{jt} : la quantité prévue à collecter dans la période t au site mobile j

J_i : Les périodes qui il est interdit l'ouverture

m_j : le nombre de fois d'ouverture au site mobile j sur l'horizon de planification

T : nombre de semaine sur l'horizon de planification

K : le délai au moins entre deux collection consécutives sur le même site mobile

SS_i : stock de sécurité de BS i

Ca_i : capacité max de BS i

H_{jt} : matrice binaire où élément est égale 1 s'il est planifié une collecte au site j dans la période t, 0 si no

$s1_i$: la valeur initiale du niveau de stock i

Variables de décisions :

Q_{it} : la quantité nette prévue à collecté dans la période t au BS i

$Qec_{ii't}$: la quantité échangée exporté de BS i vers BS i' dans la période t

$Qec_{i'it}$: la quantité échangée importé de BS i' vers BS i dans la période t

X_{jt} : variable binaire qui égale 1 si la collecte est organisée au site mobile j dans la période t, 0 si no

Y_{jt} : variable binaire aide pour déterminer la valeur de X_{jt}

NS_{it} : niveau de stock de BS i dans la période t

Fonction objectif :

$$\min \sum_i \sum_t (NS_{it} + \sum_{i' \neq i} Qec_{ii't}) \dots \dots \dots (1)$$

Les contraintes :

$$X_{jt} = Y_{jt} + H_{jt}; \quad \forall j, \forall t \dots \dots \dots (2)$$

$$Qec_{iit} = 0; \quad \forall i, \forall i' = i, \forall t \dots \dots \dots (3)$$

$$NS_{it} \geq D_{it}; \quad \forall i, \forall t \dots \dots \dots (4)$$

$$Q_{it} = (1 - R_{it}) \left(\sum_j Af_{ij} * X_{jt} * Qcm_{jt} \right); \quad \forall i, \forall t \dots \dots \dots (5)$$

$$\sum_{s=t}^{t+K} X_{jt} \leq 1; \quad \forall j, \forall t \in T - K \dots \dots \dots (6)$$

$$NS_{i1} = s1_i; \quad \forall i \dots \dots \dots (7)$$

$$NS_{i,t+1} = NS_{it} + Q_{it} - D_{it} + \sum_{i' \neq i} Qec_{i'it} - \sum_{i' \neq i} Qec_{ii't}; \quad \forall i, \forall t \dots \dots \dots (8)$$

$$SS_i \leq NS_{it} \leq Ca_i; \quad \forall i, \forall t \dots \dots \dots (9)$$

$$\sum_t X_{jt} \leq m_j; \quad \forall j \dots \dots \dots (10)$$

$$X_{jt} = 0; \quad \forall j, \forall t \notin J_i \dots \dots \dots (11)$$

$$X_{jt} \in \{0,1\}, \quad Q_{it}, Qec_{ii't} \geq 0; \quad \forall i, \forall i' \neq i, \forall t \dots \dots \dots (12)$$

III.6 Description de modèle mathématique :

✚ La fonction objectif (1) est de minimiser le niveau de stock NS et minimiser la quantité échangée entre les banque.

- ✚ La contrainte (2) est pris en compte chaque site dont l'ouverture était précédemment prévue.
- ✚ La contrainte (3) est pour éviter l'erreur de l'échange au banque de sang à lui-même.
- ✚ La contrainte (4) assure que le niveau de stock est toujours supérieur à la demande pour le même BS.
- ✚ La contrainte (5) calcule la quantité de sang prévue à collecté dans la période t au BS i
- ✚ La contrainte (6) est pour respecter le délai au moins entre deux collection consécutives sur le même site mobile
- ✚ La contrainte (7) est une initialisation de niveau de stock en première période ce qui nous permettra de calculer le NS pour la deuxième période dans la contrainte (8)
- ✚ La contrainte (9) où but de limiter le NS entre le niveau de stock de sécurité et la capacité maximale de banque.
- ✚ La contrainte (9) garantir que Le nombre de fois d'ouverture de site mobile n'est pas dépassé le nombre de fois donné.
- ✚ La contrainte (11) est pour éviter d'ouvrir le site j dans les périodes J_i qui il est interdit l'ouverture
- ✚ La contrainte (11) est pour défier les types des variables.

III.7 Résolution de problème :

III.7.1 Le solveur CPLEX :

CPLEX est un solveur de programmation mathématique hautes performances pour la programmation linéaire, la programmation mixte en nombres entiers et la programmation

quadratique. Le nom CPLEX lui-même est un jeu de mots qui repose sur le concept d'un algorithme Simplex écrit en C : C-Simplex a abouti à CPLEX. [26]

III.7.2 Programmation linéaire et en nombre entier :

Le concept d'un problème de programmation linéaire est simple. Il se compose de quatre composants de base :

- Les variables de décision représentent des quantités à déterminer.
- Une fonction objective représente la façon dont les variables de décision affectent le coût ou la valeur à optimiser (minimisé ou maximisé).
- Les contraintes représentent la façon dont les variables de décision utilisent les ressources, qui sont disponibles en quantités limitées.
- Les données quantifient les relations qui sont représentées dans la fonction objectif et les contraintes.

Parfois, les relations linéaires ne suffisent pas à saisir l'essence d'un problème commercial, en particulier lorsque les décisions impliquent des choix discrets, comme l'ouverture ou non d'un entrepôt à un emplacement particulier. Pour ces situations, vous devez utiliser la programmation en nombres entiers (ou, si le problème comprend à la fois des choix discrets et continus, il s'agit d'un programme mixte en nombres entiers). Les programmes d'entiers mixtes peuvent avoir des objectifs quadratiques linéaires ou convexes et des contraintes linéaires, quadratiques convexes ou de cône du second ordre. Voici des exemples de problèmes de programmation en nombres entiers mixtes [26] :

- Vehicle routing
- Facility location
- Personnel scheduling

III.7.3 Présentation des données :

Au début, nous voulions travailler sur une période d'une année (52 semaines) et sur tous les sites potentiels (les 6 banques reliées à 53 site), mais le nombre de points est important ce qui prend beaucoup de temps et nécessite de puissants équipements informatique (computer) pour le résoudre. Pour cela nous avons décidé de réduire la période à 15 semaine, et de réduire le nombre de banques (et les sites également).

Pour réduire le nombre de banques, nous avons utilisé le modèle mathématique appelé Cultiring, qui divise les points en groupes en fonction de la proximité entre eux, donc nous avons divisé les banques en deux et le résultat était le suivant :

Groupe 1 :

| banque | Nombre de site |
|--------------|--------------------|
| CHU Tlemcen | 12 sites |
| EPH Remchi | 11 sites |
| EPH Sebdou | 10 sites |
| <u>total</u> | 33 sites potentiel |

Groupe 2 :

| banque | Nombre de site |
|---------------|--------------------|
| EPH Maghnia | 8 sites |
| EPH Ghazaouet | 8 sites |
| EPH Nedroma | 4 sites |
| <u>total</u> | 20 sites potentiel |

Dans notre résolution, nous travaillerons uniquement sur le groupe 1 et le prendrons comme exemple.

demande de la banque de sang D_{it} :

| | semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | CHU Tlemcen | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 |
| 2 | EPH Remchi | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 3 | EPH Sebdou | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 | 131 |

la quantité de sang prévue à collecté $Q_{cm_{jt}}$:

| | semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | Tlemcen | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 | 1799 |
| 2 | Mansourah | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 | 631 |
| 3 | Chetouane | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 | 611 |
| 4 | Remchi | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 | 603 |
| 5 | Sebdou | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 |
| 6 | Hennaya | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 | 428 |
| 7 | Ouled Mimoun | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 |
| 8 | Beni Mester | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 | 239 |
| 9 | Sidi Abdelli | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 | 234 |
| 10 | Bensekrane | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 | 178 |
| 11 | Aïn Youcef | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 |
| 12 | Amieur | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 | 169 |
| 13 | Beni Ouarsous | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 |
| 14 | Beni Snous | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 |
| 15 | Aïn Fezza | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 |
| 16 | Ain Tellout | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 |
| 17 | Fellaoucene | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| 18 | El Bouihi | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| 19 | El Gor | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| 20 | Azails | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 |
| 21 | El Fehoul | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 22 | Beni khellad | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |
| 23 | Aïn Nehala | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| 24 | Sidi Djilali | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| 25 | El Aricha | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| 26 | Terny Beni Hdiel | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| 27 | Oued Lakhdar | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| 28 | Ain Ghoraba | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| 29 | Beni Semiel | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 30 | Sebaa Chioukh | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| 31 | Ouled Riyah | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| 32 | Ez Zenata | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 33 | Beni Bahdel | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |

Les sites de collecte dont l'ouverture était précédemment prévue H_{jt} :

| | semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | Tlemcen | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Mansourah | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Chetouane | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Remchi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Sebdou | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Hennaya | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Ouled Mimoun | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | Beni Mester | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Sidi Abdelli | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Bensekrane | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Aïn Youcef | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Amieur | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Beni Ouarsous | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Beni Snous | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Aïn Fezza | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Ain Tellout | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Fellaoucene | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | El Bouihi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | El Gor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | Azails | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | El Fehoul | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | Beni khellad | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | Aïn Nehala | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | Sidi Djilali | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | El Aricha | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | Terny Beni Hdiel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | Oued Lakhdar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | Ain Ghoraba | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | Beni Semiel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | Sebaa Chioukh | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | Ouled Riyah | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | Ez Zenata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | Beni Bahdel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

le délai au moins entre deux collection consécutives sur le même site $K = 6$ semaines

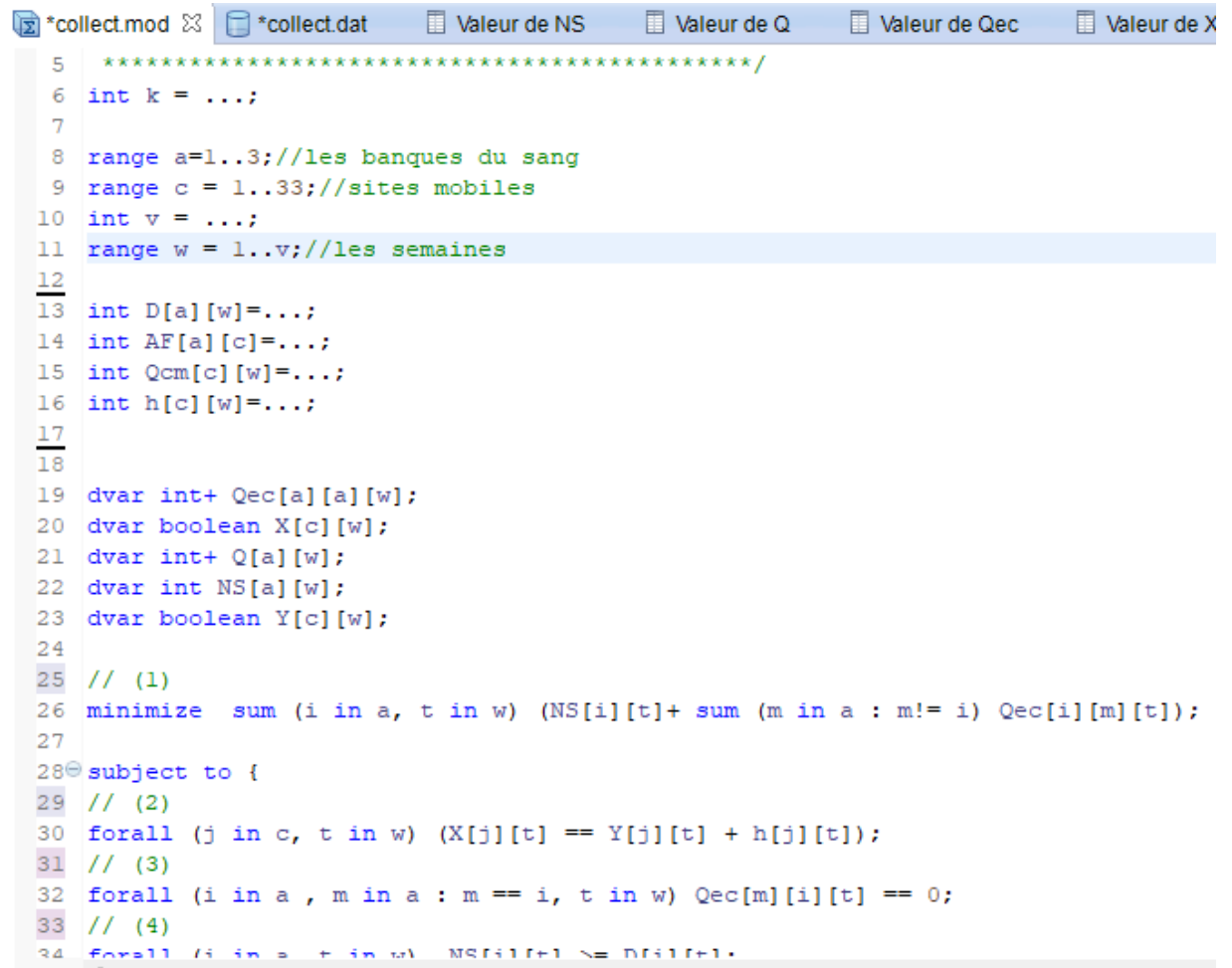
le niveau du stock initiale $s1_i = 500 \ 500 \ 500$.

stock de sécurité $SS_i = 50 \ 50 \ 50$.

capacité max des BS $Ca_i = 2000 \ 2000 \ 2000$.

III.7.4 La résolution sur CPLEX :

Le programme dans CPLEX (.mod) comme suit :



```
*collect.mod
*****/
5
6 int k = ...;
7
8 range a=1..3;//les banques du sang
9 range c = 1..33;//sites mobiles
10 int v = ...;
11 range w = 1..v;//les semaines
12
13 int D[a][w]=...;
14 int AF[a][c]=...;
15 int Qcm[c][w]=...;
16 int h[c][w]=...;
17
18
19 dvar int+ Qec[a][a][w];
20 dvar boolean X[c][w];
21 dvar int+ Q[a][w];
22 dvar int NS[a][w];
23 dvar boolean Y[c][w];
24
25 // (1)
26 minimize sum (i in a, t in w) (NS[i][t]+ sum (m in a : m!= i) Qec[i][m][t]);
27
28 subject to {
29 // (2)
30 forall (j in c, t in w) (X[j][t] == Y[j][t] + h[j][t]);
31 // (3)
32 forall (i in a , m in a : m == i, t in w) Qec[m][i][t] == 0;
33 // (4)
34 forall (i in a , t in w) NS[i][t+1] >= D[i][t+1];
35 /
```

Figure 9 : résolution sur CPLEX

```

25 // (1)
26 minimize sum (i in a, t in w) (NS[i][t]+ sum (m in a : m!= i) Qec[i][m][t]);
27
28 subject to {
29 // (2)
30 forall (j in c, t in w) (X[j][t] == Y[j][t] + h[j][t]);
31 // (3)
32 forall (i in a , m in a : m == i, t in w) Qec[m][i][t] == 0;
33 // (4)
34 forall (i in a, t in w) NS[i][t] >= D[i][t];
35 // (5)
36 forall (i in a, t in w)
37     Q[i][t] == sum(j in c)AF[i][j]*Qcm[j][t]*X[j][t] ;
38 // (6)
39 forall (j in c, t in 1..v-k) sum (s in t..t+k) X[j][s] <= 1;
40 // (7)
41 forall (i in a) NS[i][1] == 500;
42 // (8)
43 forall (i in a, t in w : t<v)
44     NS[i][t+1] == NS[i][t] + Q[i][t] - D[i][t] +
45         sum(m in a : m!=i)Qec [m][i][t] - sum(m in a : k!=i)Qec [i][m][t];
46 // (9)
47 forall (i in a, t in w) 50<=NS[i][t];
48 // (9)
49 forall (i in a, t in w) NS[i][t]<=2000;
50 }

```

Les données dans CPLEX (.dat) comme suit :

```

*collect.mod  *collect.dat  Valeur de NS  Valeur de Q  Valeur de Qec  Valeur de X
6 k = 6;
7 v= 15;
8 D = [
9 [472      472 472 472 472 472 472 472 472 472 472 472 472 472 472]
10 [180      180 180 180 180 180 180 180 180 180 180 180 180 180 180]
11 [131      131 131 131 131 131 131 131 131 131 131 131 131 131 131]
12];
13 AF = [
14 [1  1  1  0  0  1  1  1  0  0  0  1  0  0  1  1  0  0  0  0  0  0  1
15 [0  0  0  1  0  0  0  0  1  1  1  0  1  0  0  0  1  0  0  0  1  1  0
16 [0  0  0  0  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  0  0  0  1  1  1  0  0  0
17];
18
19 Qcm = [
20 [1799      1799      1799      1799      1799      1799      1799      1799      1799      1799      1799      1799      1799
21 [631      631 631 631 631 631 631 631 631 631 631 631 631 631 631]
22 [611      611 611 611 611 611 611 611 611 611 611 611 611 611 611]
23 [603      603 603 603 603 603 603 603 603 603 603 603 603 603 603]
24 [511      511 511 511 511 511 511 511 511 511 511 511 511 511 511]
25 [428      428 428 428 428 428 428 428 428 428 428 428 428 428 428]
26 [339      339 339 339 339 339 339 339 339 339 339 339 339 339 339]
27 [239      239 239 239 239 239 239 239 239 239 239 239 239 239 239]
28 [234      234 234 234 234 234 234 234 234 234 234 234 234 234 234]
29 [178      178 178 178 178 178 178 178 178 178 178 178 178 178 178]
30 [170      170 170 170 170 170 170 170 170 170 170 170 170 170 170]
31 [169      169 169 169 169 169 169 169 169 169 169 169 169 169 169]
32 [155      155 155 155 155 155 155 155 155 155 155 155 155 155 155]
33 [145      145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145 145]
34 [142      142 142 142 142 142 142 142 142 142 142 142 142 142 142]
35 [132      132 132 132 132 132 132 132 132 132 132 132 132 132 132]

```

```

36 [113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113]
37 [112 112 112 112 112 112 112 112 112 112 112 112 112 112 112]
38 [110 110 110 110 110 110 110 110 110 110 110 110 110 110 110]
39 [97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97 97]
40 [90 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90 90]
41 [89 89 89 89 89 89 89 89 89 89 89 89 89 89 89]
42 [86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86]
43 [86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86]
44 [86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86 86]
45 [74 74 74 74 74 74 74 74 74 74 74 74 74 74 74]
46 [68 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68 68]
47 [65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65]
48 [60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60]
49 [59 59 59 59 59 59 59 59 59 59 59 59 59 59 59]
50 [56 56 56 56 56 56 56 56 56 56 56 56 56 56 56]
51 [50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50]
52 [36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36]
53
54 ]:
55 h = [
56 [0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
57 [0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
58 [1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
59 [0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
60 [0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0]
61 [0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
62 [0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
63 [0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
64 [0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
65 [0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]

```

III.7.5 Les résultats obtenir :

Le modèle résolu sur un ordinateur avec les caractéristiques suivantes : processeur Intel(R) Core(TM) i5 4génération CPU 1.90GHz et de mémoire RAM de 4 Go. Et il a fallu pour résoudre ce problème 1017.64 seconde.

La fonction objective = 19805

organisation des collectes au site mobile X_{jt} :

| | semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | Tlemcen | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Mansourah | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | Chetouane | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Remchi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Sebdou | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Hennaya | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Ouled Mimoun | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | Beni Mester | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | Sidi Abdelli | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Bensekrane | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | Aïn Youcef | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Amieur | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Beni Ouarsous | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Beni Snous | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 15 | Aïn Fezza | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Ain Tellout | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Fellaoucene | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 18 | El Bouihi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 19 | El Gor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | Azails | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | El Fehoul | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | Beni khellad | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | Aïn Nehala | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | Sidi Djilali | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | El Aricha | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | Terny Beni Hdiel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 27 | Oued Lakhdar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | Ain Ghoraba | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | Beni Semiel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | Sebaa Chioukh | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 31 | Ouled Riyah | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | Ez Zenata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | Beni Bahdel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

la quantité échangée exporté entre les banques $Qec_{ii't}$:

| semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------|---|---|-----|----|-----|-----|-----|---|----|----|-----|----|----|----|----|
| 1 --> 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 --> 2 | 0 | 0 | 125 | 0 | 122 | 130 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 1 --> 3 | 0 | 0 | 0 | 10 | 131 | 19 | 0 | 0 | 0 | 34 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 2 --> 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0 | 377 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 --> 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 --> 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 --> 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| 3 --> 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 122 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| 3 --> 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

la quantité nette prévue à collecté Q_{it} :

| | semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|----------------|-----|-----|------|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 1 | CHU Tlemcen | 611 | 631 | 1799 | 339 | 0 | 0 | 313 | 465 | 428 | 611 | 0 | 471 | 631 | 313 | 0 |
| 2 | EPH Remchi | 178 | 0 | 155 | 0 | 0 | 50 | 59 | 179 | 234 | 170 | 603 | 155 | 178 | 172 | 0 |
| 3 | EPH Sebdou | 145 | 0 | 0 | 0 | 0 | 112 | 511 | 0 | 122 | 97 | 110 | 146 | 112 | 145 | 0 |

niveau de stock NS_{it} :

| | semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | CHU Tlemcen | 500 | 639 | 798 | 2000 | 1857 | 1132 | 511 | 479 | 472 | 472 | 568 | 473 | 472 | 625 | 472 |
| 2 | EPH Remchi | 500 | 498 | 318 | 418 | 238 | 180 | 180 | 181 | 180 | 181 | 180 | 205 | 180 | 180 | 180 |
| 3 | EPH Sebdou | 500 | 514 | 383 | 252 | 131 | 131 | 131 | 262 | 131 | 131 | 131 | 131 | 146 | 131 | 131 |

III.7.6 Analyse des résultats :

- On remarque que tous les contraintes sont respectées comme les contraintes de capacité, stock de sécurité, les délits entre chaque deux collecte constitutive sur le même site ...
- L'importance de contrainte (2) qui est pour pris en compte chaque site dont l'ouverture était précédemment prévue et ne pas recalculer.
- Nous n'avons pas recours à l'importation sauf en cas de besoin, et nous ne pouvons pas répondre à ce besoin via nos sites affiliés, et cela apparait dans les résultats dans la quantité de l'importation par rapport au quantité de la collecte pour le même BS.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous fait une description du problème proposé que nous voulions résoudre, nous l'avons suivi en présentation des sites potentiel dans la wilaya de Tlemcen que nous avons pour la planification des collectes. Ensuite, nous sommes passés à la présentation du modèle mathématique proposé avec l'explication, puis afficher les données que nous avons obtenues, et à la résolution du problème à aide du solveur CPLEX avec l'extraction et l'explication les résultats finaux obtenus.

Conclusion générale

En effet, ce projet de fin d'étude était une étape très importante dans notre cycle de formation d'ingénieur, vu qu'il est une occasion intéressante et bénéfique pour savoir comment appliquer toutes les connaissances théoriques déjà acquises, et aussi il nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances.

Le travail que j'ai essayé de faire dans cette mémoire et de présenter une planification de collecte de sang sur tout la wilaya de Tlemcen, en divisant la wilaya en des régions, chaque région atteindra l'autosuffisance quant à la quantité de sang il a besoin, et d'autre part réduire l'écart entre la collecte et la consommation (la demande). Et tout cela dans le but de réduire les couts résultant de la rupture de stock ou de surplus ou de l'échangèrent entre les régions.

Bibliographique :

| | |
|------|--|
| [1] | R. T. Fatma DJATIT, La gestion de la chaine logistique cas carrosserie DBK, Tizi-Ouzou, FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES, COMMERCIALES ET DESS CIENCES DE GESTION UNIVERSITE DE TIZI-OUZOU, 2018. |
| [2] | L. D. Y. F. Mohammad Reza AKBARI JOKAR, EVOLUTION DU CONCEPT DE LOGISTIQUE, Revue Française de Gestion Industrielle Vol. 21, N°3, 2000. |
| [3] | Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, La logistique tour d'horizon. |
| [4] | EBEDE Éric, COURS D'INITIATION A LA LOGISTIQUE. |
| [5] | M. S. ABBAS Sonia, LA CHAINE LOGISTIQUE ET LA GESTION DES STOCKS D'UNE ENTREPRISE Cas d'étude : IFRI, Faculté des Sciences Économiques, Commerciales Et des Sciences de Gestion université de bégia, 2017. |
| [6] | F. M. Pimor Yves, LOGISTIQUE production dustrubution soutien, DUNOD 5ème édition, 2008. |
| [7] | R. LE MOIGNE, SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, DUNOD 2ème édition, 2017. |
| [8] | W. D. J. S. K. S. M. N. W. C. D. S. & Z. G. Z. John T. Mentzer, Définir Le Supply Chain Management, 2015. |
| [9] | S. Y. TAIBAOUI Lakhdar, Etude de la mutualisation logistique dans un réseau de production, dedistribution et de stockage de la pomme de terre en Algérie, ECOLE SUPERIEURE EN SCIENCES APPLIQUEES TLEMCEM, 2020. |
| [10] | S. Chopra et P. Meindl, Supply Chain Management STRATEGY, PLANNING, AND OPERATION, 2013. |
| [11] | I. Dembińska-Cyran, «LogForum,» 2005. [En ligne]. Available: https://www.logforum.net/vol1/issue1/no5/5_1_1_05.html#:~:text=Hospital%20logistics%20can%20be%20defined,provided%20for%20the%20patients%20%5Bwww.. |
| [12] | Centre de Don du Sang Nouvelle Calédonie, «dondusang.nc,» [En ligne]. Available: https://www.dondusang.nc/comprendre-importance-don-du-sang/ . |
| [13] | L. Piquard, «ActuSoins,» NEWSLETTER, 2018. [En ligne]. Available: https://www.actusoins.com/302368/la-transfusion-sanguine-et-ses-regles-de-compatibilite.html . |

| | |
|------|--|
| [14] | T. Mahdi et G. Yolande, les celes de l'hemovigilaance MANUEL D'AIDE A LA FORMATION EN TRANSFUSION SANGUINE, Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales Midi-Pyrénées. |
| [15] | M. Dr. Ananya Mandal, «News Medical,» 2019. [En ligne]. Available: https://www.news-medical.net/health/History-of-Blood-Transfusion.aspx . |
| [16] | Organization World Health Organization, Blood Doner Selection, 2012. |
| [17] | A. Felman, «MEDICAL NEWS TODAY,» 2020. [En ligne]. Available: https://www.medicalnewstoday.com/articles/218285 . |
| [18] | B. ABDELHAFID, Site web pour les donneurs et receveurs de sang, Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen, 2019. |
| [19] | R. K. LEBBOUZ Aïcha, Collecte de sang et satisfaction des besoins en sang (étude rétrospective : 2008, 2009,2010), INSTITUT NATIONAL DE FORMATION SUPERIEURE PARAMEDICALE DE BISKRA, 2012. |
| [20] | I. d. f. p. I. d. d. s. b. d. Doubs, «dondusang-duobs,» [En ligne]. Available: https://www.dondusang-doubs.com/comment-se-passe-le-don-de-sang . |
| [21] | World Health Organization, Design Guidelines for Blood Centres, 2010. |
| [22] | D. Z. –. Coordinator et D. J. Jolly, Standards For Boood banks and Blood Trandfusion Services; Dr. K. Ghosh, Government of India New Delhi: National AIDS Control Organisation Ministry of Health and Family Welfare, 2007. |
| [23] | E. ALFONSO-LIZARAZO, Optimisation de la collecte de sang : concilier la qualité de service au donneur de sang et l'efficience de l'organisation de la collecte, l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, 2013. |
| [24] | A. T. A. P. F. D. Monireh Ahmadimanesh, «Designing an optimal inventory management model for the blood supply chain,» <i>Medicine</i> , 2020. |
| [25] | A. Lital, «cadre dirigeant magazine,» 3 juillet 2015. [En ligne]. Available: https://www.cadre-dirigeant-magazine.com/manager/la-recherche-operationnelle-un-formidable-outil-daide-a-la-decision/ . |
| [26] | I. D. O. CPLEX®. [En ligne]. Available: http://ibmdecisionoptimization.github.io/docplex-doc/mp.html . |

Résumé :

Ce travail de recherche porte sur la planification d'une période prédéfinie pour déterminer les semaines de collecte à chaque site mobile, afin de minimiser l'écart entre quantité collecté et la consommation (demande), et aussi d'assurer l'autosuffisance régionale de l'approvisionnement de sang. Pour résoudre le problème nous avons développé un modèle mathématique de programmation mixte en nombres entiers pour la planification, et résolu en utilisant le solveur CPLEX.

Mots clés : planification, collecte de sang, site mobile, bloodmobile, chaîne logistique sanguin.

Abstract :

This research work concerns the planning of a predefined period to determine the weeks of blood collection at each mobile site, in order to minimize the gap between quantity collected and consumption (demand), and also to ensure regional self-sufficiency of the blood supply. To solve the problem we developed a mixed integer programming mathematical model for planning, and solved using the CPLEX solver.

Keywords: planning, blood collection, mobile site, bloodmobile, blood supply chain.

ملخص:

يتعلق هذا العمل البحثي بالتخطيط لفترة محددة مسبقاً لتحديد أسابيع الجمع في كل موقع محمول، من أجل تقليل الفجوة بين الكمية التي يتم جمعها والاستهلاك (الطلب)، وكذلك لضمان الاكتفاء الذاتي الإقليمي من إمدادات الدم. لحل المشكلة قمنا بتطوير نموذج رياضي لبرمجة الأعداد الصحيحة المختلطة للتخطيط، وقمنا بحلها باستخدام

CPLEX solver

الكلمات المفتاحية: التخطيط، جمع الدم، الموقع المتنقل، عربة الدم، سلسلة إمداد الدم.