REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES MATHEMATIQUES

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En Mathématique appliquée à la gestion

Thème

La Gestion de production dans une entreprise industrielle cas à L'ENIEM

Réalisé par :

- **Mahiout Nadine.**
- **Zegrour ouardia .**

Dirigé par :

M^r: KASDI.

Encadré par :

M^r : Oudiai

Année universitaire: 2016-2017

Introduction générale..... 1

Chapitre 1 : La gestion de la production

1-introduction 2

2- Historique..... 2

3- Contexte général..... 3

4- Définition de la production 4

5-Répartition des fonctions autour de la production et approche systémique 4

6-typologie de production..... 4

7-Les facteurs de production 7

8-Optimisation desfacteursélémentaires de production..... 8

9-Objectifs de la gestion de la production 14

10-Conclusion..... 15

Chapitre 2 : La programmation linéaire

1- Introduction 16

2-la présentation d'un programme linéaire..... 16

3-Réduction d'un problème de programmation linéaire à la forme canonique 18

4-Ecriture matricielle d'un problème de programmation linéaire 18

5-Méthodes de résolutions des programmes linéaires 19

6-Conclusion..... 26

Chapitre 3 :Présentation de l'entreprise d' accueil ENIEM

1-Introduction 27

2-Historique..... 27

3-Objet social et champ d'activité..... 28

4-Object qualité..... 28

5- Capital social 28

6- Organisation général de l'ENIEM 29

7- Activités et missions 29

8- Présentation du domaine d'étude :(Unité Froid) 32

Chapitre 4 : Problématique et modélisation

1-Présentation synthétique du problème 35

2- Présentation des produits 36

3-modélisation du problème 43

Chapitre 5 : Application

1- Introduction 48

2-Présentation du logiciel 48

3- Guide d'usage du logiciel 48

4 -Application du programme 49

5-Comparaison du modèle à celui de l'ENIEM 58

6- Conclusion 59

Conclusion générale 60

Bibliographie 61

Résumé 62

Introduction générale

Les modèles de programmation linéaire permettent d'aborder un grand nombre de Problèmes d'optimisation en apparence très différents, et dans des domaine très différents comme l'économie ,la gestion ,la physique ..etc

Notre sujet de mémoire porte sur : « la programmation linéaire comme outil de gestion optimale de la production dans une entreprise industrielle. Cas de **l'ENIEM.**

La production nécessite des ressources en matières premières, en main d'œuvre, en machines, dont les quantités que peut disposer l'entreprise sont limitées. Plongée dans un environnement sans cesse complexe, concurrentiel, mouvant, une entreprise de production doit tout mettre en œuvre pour survivre et progresser.

L'objet de notre étude est de construire un modèle linéaire d'un programme de production en recherche opérationnelle permettant de maximiser le profit sur la production optimale pour les type de produit fabriqué par l'ENIEM (unité froid) qui ont une forte demande sur le marché, Ce modèle guidera les décisions du responsable de la planification en fournissant les niveaux de production optimaux pour pouvoir maximiser le profit et minimiser les couts .

Ce présent mémoire est consacré à la résolution d'un problème de programmation
Linéaire par la méthode du simplexe. Le présent travail est réparti en cinq chapitres :

- **le premier chapitre** est consacré aux définitions essentielles sur la gestion de production .
- **Le deuxième chapitre** est consacré à la modélisation des problèmes par un programme linéaire .
- **Le troisième chapitre** est consacré à la présentation de l'entreprise d'accueil ENIEM .
- **Le quatrième chapitre** est consacré à la problématique et modélisation
- **Le cinquième chapitre** est consacré à l'application .

1-introduction

Dans le monde moderne, l'entreprise est devenue la base essentielle du développement économique et social. En effet, c'est au niveau de l'entreprise que sont réalisées les actions de production des biens et services dont l'homme a besoin pour vivre.

Pour Luc Boyer «l'œuvre de production est une activité, un processus qui rend les biens utiles c'est-à-dire susceptibles de satisfaire les besoins humains. L'agriculture, l'industrie, les services contribuent à accroître l'utilité des biens : ces activités revêtent un caractère productif, puisque par la transformation des matières premières et l'utilisation de travail et de capital , elles mettent les biens utilisables à la disposition des consommateurs ; elles ont aussi un caractère rentable dans la mesure où l'entreprise tire avantage de la création d'utilité »[1].

Pour une entreprise de production, la fonction de production requiert une attention particulière car c'est elle qui doit livrer un produit qui répond aux attentes de la clientèle. La gestion de cette fonction est une tâche difficile et complexe.

« Gérer la production serait prévoir, organiser, diriger et contrôler le processus d'informations et d'actions requises pour obtenir le produit voulu au moment et à l'endroit précis où il est nécessaire »[3]

Ainsi donc, on se rend compte qu'il existe toute une série d'actions qu'il faut mener de manière agencée ceci pour éviter que des difficultés ne puissent apparaître dans la coordination de ces différentes actions.

La gestion de production doit être à mesure de fournir le produit qui répond aux demandes des clients tant en qualité qu'en quantité.

2- Historique [6]

À partir des années 1960, l'internationalisation de la production est accompagnée par le développement des firmes multinationales (FMN).

Jusqu'à la révolution, cette période était essentiellement artisanale. Avec le développement des industries, les travailleurs perdent la maîtrise complète de leur ouvrage : le travail est parcellisé.

- Décomposition du travail.

- Répartitions administratives du travail et Intégration d'une vision globale du fonctionnement de l'entreprise .

- Intégration de la composante humaine.

Le marché a considérablement évolué durant ce siècle :

"Produire puis vendre" Jusqu'à la fin des années 50 :

OFFRE < DEMANDE Prix de vente = prix de revient + marges bénéficiaire

"Produire ce qui sera vendu" Dans les années 60, la concurrence s'équilibre :

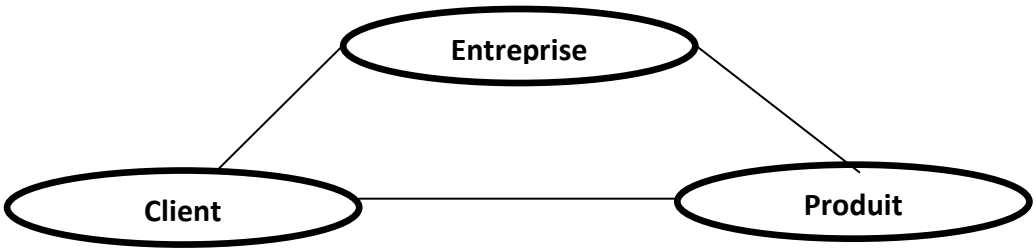
OFFRE = DEMANDE Prix de revient = prix de vente – marges

"Produire ce qui est vendu" Avec le premier choc pétrolier, la concurrence s'est internationalisée :

OFFRE > DEMANDE Prix de revient = prix de vente - marges
Rapport qualité / prix, SAV et sécurité sont imposés par le marché.

3- Contexte général [6]

La production industrielle comporte trois éléments en interactions .



Le **CLIENT** éprouve un **BESOIN** immédiat ou différé pour un **PRODUIT** réalisé par l'ENTREPRISE.

- Définitions de base

- **ENTREPRISE**

C'est un système dirigé et organisé en services dont la finalité est de générer de la valeur ajoutée

- CLIENT

Dans la même source, le client est : "La personne ou l'entité pour qui le produit a été conçu".

- PRODUIT

L'Analyse de la Valeur présente le produit comme "ce qui est (ou sera) fourni à un client pour répondre à son besoin" .

Cette définition correspond donc au produit final commercialisé par l'entreprise.

4- Définition de la production [10]

La production est une activité économique exploitant les ressources du travail et du capital dans le but de réaliser des biens ou des services à partir de consommations intermédiaires (biens ou services achetés à d'autres entreprises puis transformées.

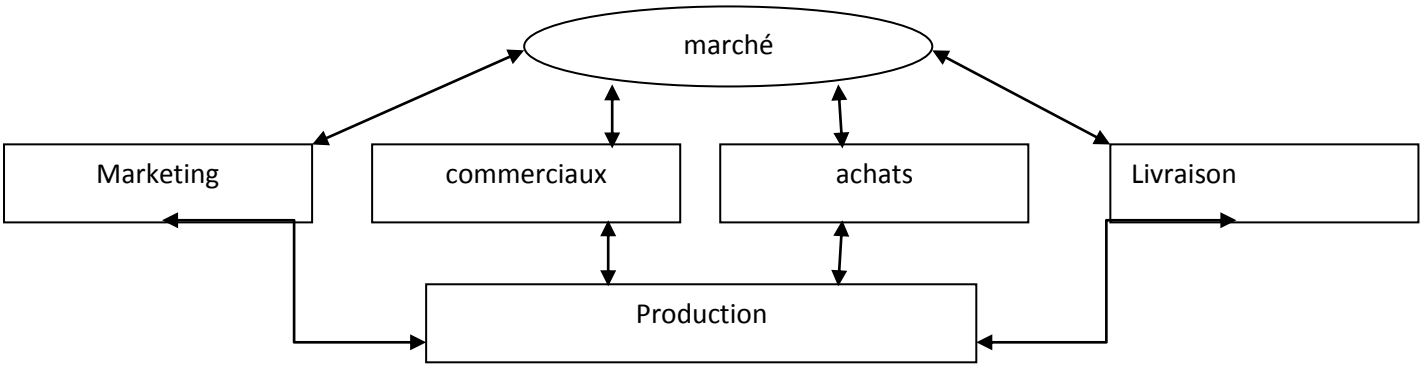
Il existe deux type de productions tel que production marchande et non marchande .

La production marchande est la production de biens et de services susceptibles d'être écoulé sur un marché contre un prix.

La production non marchande correspond à la fourniture d'un produit ou d'un service gratuitement ou dont le prix n'excède pas la moitié du coût de production. Exemples : administrations publiques, associations à but non lucratif et à caractère social, syndicats, partis politiques, fondations humanitaires.

5-Répartition des fonctions autour de la production et approche systémique [6]

La production s'insère au cœur des activités de l'entreprise. Les liens entre la production, les achats, les ventes et l'expédition permettent de gérer au mieux les flux de matière.



6-Typologie de la production [8]

6-1-Structure du produit

Le produit, ainsi que son flux de production, peut avoir plusieurs structures

- **Convergente " structure en A "**

c'est le cas des produits réalisés à partir de l'assemblage de composants. Cette structure est caractérisée par une arborescence présentant plusieurs niveaux qui correspondent à des sous-ensembles du produit final.

- **divergente ou "structure en V "**

cette structure est celle des produits réalisés à partir de la transformation d'une matière première unique : pétrole, lait, acier, etc.. - parallèle : les produits sont réalisés à partir de quelques matières premières faiblement transformées : industries de l'emballage, du pneumatique.

- **à points de regroupement ou "structure en T"**

cette structure dérivée de la structure convergente, est typique des produits réalisés à partir de l'assemblage de composants soit spécifiques (structure convergente) soit standards (points de regroupement) : cas de l'industrie automobile, où un même moteur peut être implanté dans plusieurs véhicules différents. Une structure en T cherche à concilier la production de masse et la personnalisation des produits. Il s'agit en fait d'un produit de conception modulaire destiné à permettre la réalisation de produits sur mesure en combinant de différentes façons des sous-ensembles dont certains sont standardisés. Une telle conception conduit ainsi à définir un produit complexe au moyen d'une nomenclature arborescente à plusieurs niveaux, chaque niveau correspondant à un stade de la décomposition

Les structures divergentes et parallèles correspondent à des usines fabriquant des produits peu variés, en très grandes séries, sur des périodes très longues avec un marché peu fluctuant.

6-2-Modes de production

Les entreprises industrielles qui réalisent des produits implantent et organisent leurs ressources de production en fonction non seulement de la structure du produit, mais aussi du volume de production. On peut ainsi établir une classification des modes de production

- **production unitaire ou par projet** : le produit est généralement complexe, nécessite la coordination de plusieurs ressources devant intervenir simultanément ou séquentiellement afin de livrer au moment convenu. C'est le cas des grands projets industriels ou civils comme la réalisation d'un navire, d'un ouvrage de génie civil, de l'organisation d'une manifestation sportive internationale, ...
- **production continue :** elle correspond aux produits qui subissent des transformations en continu, par le biais d'opérations parfaitement synchronisées au niveau de leur temps opératoire : aciéries, cimenteries, stations d'épuration, raffineries sont des exemples de processus qui correspondent à cette typologie. Les équipements de production sont dédiés et d'un niveau d'automatisation très élevé. - production de masse : caractéristique des produits à structure en A ou V, réalisés par fabrication et/ou assemblage en très grande quantité, mais avec très peu de variantes. Les ressources de production (hommes et machines) sont donc fortement spécialisées et dédiées à des tâches précises. Le niveau d'automatisation est en général élevé. Exemple : fabrication de roulements à billes, d'ampoules d'éclairage, etc....
- **production en petites à moyennes séries, répétitives ou pas :** c'est le cas des produits à structure en A ou T, "personnalisables" en fonction des besoins du client : produits de base avec possibilité d'options ou variantes. Les ressources de production sont très polyvalentes, flexibles, capables de passer rapidement d'une production à une autre. Le niveau d'automatisation est généralement faible ou nul.

6-3-Circulation des produits dans l'atelier

- **Circulation des produits en Job Shop (**production discontinue)
  C'est le cas d'un atelier général, destiné à fabriquer une grande variété de pièces. Les produits circulent de machines en machines suivant un routage correspondant à leur gamme de fabrication.
- **Circulation des produits en Flow Shop (**production continue)
  tous les articles suivent le même cheminement. Cependant, les chercheurs ont décomposé cette classe en plusieurs sous-classes parmi lesquelles on trouve : les circulations de type "pur flow shop", où tous les temps opératoires sont positifs, les circulations de type " flow shop généralisé" où certains temps opératoires pouvant être nuls (la pièce ne devant pas subir une opération sur une machine particulière), et enfin les circulations de type "flow shop de permutation" dans lesquelles la séquence des pièces est la même sur toutes les machines (pas de dépassement autorisé).

6-4-Relation avec le client

Cette typologie distingue deux catégories de relation avec le client

Production sur stock, production sur commande.

- **Production sur Stock**

Une production sur stock est déclenchée par anticipation d'une demande s'exerçant sur un produit dont les caractéristiques sont définies par le fabriquant. Ce type de production s'applique dans les cas suivants :

- l'éventail des produits finis est restreint ;

- la demande des produits est prévisible;

- le délai de fabrication est supérieur au délai admissible par le client

- la saisonnalité du produit est trop forte pour justifier le maintien de ressources en hommes et machines qui seraient excédentaires une bonne partie de l'année.

- **Production sur commande**

Cette situation semble être la plus favorable à l'entreprise car elle lui permet de produire uniquement sur commande, mais à condition que le délai du cycle (achat + fabrication + assemblage + livraison) soit inférieur ou égal au délai acceptable par le client. En théorie, si la condition précédente est remplie, aucun stock n'est nécessaire. Dans certains cas où le délai de fabrication est trop long, il est possible d'anticiper l'achat et la fabrication des composants, et de procéder à l'assemblage dès que l'on a une commande ferme. Ceci implique aussi d'avoir de bonnes prévisions de ventes afin de ne pas constituer de stocks excessifs de composants. On parle alors de Production MIXTE, qui est de plus en plus rencontrée. En effet, dans ce type de production, le produit fini peut être personnalisé le plus en aval possible, tout en étant constitué de composants et sous-ensembles standards.

Le principal inconvénient de la production sur commande ou mixte est l'obligation d'avoir un système de production présentant le minimum d'aléas afin de ne pas perturber les délais. La maintenance préventive et prédictive doit donc jouer un rôle très important. C'est ce type de fonctionnement que l'on appelle aujourd'hui le "JUSTE A TEMPS" (JAT) dont le principe est :

Il faut acheter ou produire seulement ce dont on a besoin ,quand on en a besoin .

La différence avec la production sur stock réside dans la chronologie des opérations de ventes et de production

6-5-Autonomie de conception et de commande

En fonction de l'intervalle par rapport au marché grand public l'autonomie de conception et de commande change.

Le concepteur - fabricant : il conçoit, produit et distribue ses produits propres (Renault, Peugeot, Boeing, Michelin,...).

L'équipementier : Fabricant d'équipements (électriques, électroniques, etc.) dans le domaine de l'automobile, de l'aéronautique, etc. Il conçoit et fabrique des sous-produits en partenariat important avec des concepteurs - fabricants (Siemens, Valeo,...).

Le sous-traitant : sous sa responsabilité tout ou partie de l'exécution du contrat d'entreprise ou du marché public conclu avec le maître de l'ouvrage, ou le donneur d'ordres.

Le façonnier : généralement un artisan qui réalise le programme de production imposé par le donneur d'ordres avec les matières fournies.

7- Facteurs élémentaires de production [12]

7-1- Le travail

Le facteur travail peut se diviser en deux éléments fondamentalement différents, l'un relatif aux tâches matérielles, l'autre aux tâches d'administration.

Par tâches matérielles, il faut entendre toutes les activités en rapport direct avec l'élaboration du produit, son utilisation et le financement, sans avoir un but d'organisation ou de coordination. Par tâche administrative, par contre, il faut entendre les tâches en rapport avec les différents aspects de la direction.

7-2- Les moyens d'exploitation

Par moyens d'exploitation, il faut entendre tous les équipements et installations qui forment les données techniques sur lesquelles repose l'obtention de produit et en particulier de la production.

Aux moyens d'exploitation, appartient tout ce dont a besoin l'entreprise pour assurer son activité. Dans cette catégorie, il faut aussi ajouter les matières consommables dont le rôle est de permettre à l'exploitation de fonctionner. Les moyens d'exploitation sont donc des biens de production déjà produits dans la mesure où l'on n'y fait pas rentrer les matières premières.

7-3- Les matières premières

Par facteur élémentaire «matières premières » on entend ici toutes les matières, produits semi-finis ou finis, en tant que produits de base ; les matières premières sont destinés à participer à la production. Après avoir subi des modifications de forme ou de nature ou après leur introduction dans le produit fini elles font partie intégrante du nouveau produit.

Les matières premières peuvent aussi être des produits finis ou semi-finis. En tant que tels, ils sont élaborés par l'entreprise elle-même ou ils proviennent d'autres entreprises mais ils doivent toujours faire partie intégrante des nouveaux produits. Les chutes, rebuts et déchets de fabrication sont aussi des matières premières s'ils sont destinés à être intégrés dan s les nouveaux produits, et cela qu'ils soient originaires de l'entreprise même ou d'une autre.

7-4- La Direction de l'entreprise

« L'élaboration du produit dans les entreprises de production, repose sur la combinaison des facteurs élémentaires de celle -ci, il reste donc à chercher comment ces facteurs élémentaires peuvent être combinés en une unité de production » « Cette combinaison ne s'opère pas de toute évidence de façon mécanique ou organique, elle exige bien davantage une intervention consciente méthodique de l'homme »[29(*)]. Le succès de cette combinaison dépend au moins autant du rendement de ces facteurs que de l'obtention de ces facteurs eux-mêmes. Ces facteurs que nous désignons par «direction de l'entreprise » ont un rôle qui consiste à réunir les trois facteurs élémentaires en une combinaison productive.

Le rendement des facteurs de production dépend d'une part de leur nature et d'autre part de leur combinaison. Il s'agit donc d'étudier les facteurs élémentaires et le facteur administration en recherchant comment ils jouent un rôle productif dans le cadre d'une combinaison de facteurs.

8- Optimisation des facteurs élémentaires de production[12]

8-1- Optimisation du travail

Le rendement optimal du travail dépend de plusieurs conditions. Parmi celles-ci citons les conditions d'aptitude de l'individu c'est -à - dire le maximum de ce que cet individu est à mesure de donner.

Le travail qu'un individu est à mesure d'accomplir dépend d'un très grand nombre de facteurs :

- facteurs inhérents à la personne de l'individu en tant que sujet du travail et l'objet de son travail ;

- du rapport entre l'individu et ses collègues ;

- d'éléments externes à l'entreprise et relatif à la vie privée de l'individu.

Le rendement du travail peut aussi être conditionné par l'aptitude et organisation du travail. En ce qui concerne les mesures l'organisation du travail dans l'entreprise, la règle suivante est en général valable : les individus ne doivent se voir attribuer que les tâches qui correspondent à leur niveau d'aptitude.

De cette règle, on peut dire que du point de vue de l'organisation du travail tout se déroule de façon à satisfaire le mieux aux conditions du travail dans l'entreprise.

Quant aux conditions du travail dans l'entreprise surtout de production, on ne peut sans doute ignorer l'influence des facteurs exogènes sur le rendement et la durée du travail. La fatigue c'est - à - dire la diminution de l'effort, est la conséquence des facteurs propres ou étrangers aux travaux auxquels est soumis un individu. La fatigue dans le travail industriel est causée surtout par la dépense d'énergie due au travail statique, à l'attention et à la concentration. Les pauses doivent en effet être disposées de manière à éliminer la fatigue.

Si l'on prend en considération le rapport entre le rendement et la durée de travail, la relation entre les deux grandeurs peut être un rapport de proportion.

Dans ce cas, le résultat du travail, mesuré de manière à peu près exacte par les unités produites, serait croissant ou décroissant dans le même rapport dans lequel varie la durée du travail.

Dans les intervalles de temps considérés, une diminution du temps de travail entraîne une chute de la production correspondant à la diminution du temps de production. Si le temps de production, le temps de marche des machines, reste constant, il faut compenser la réduction du temps de travail par un nombre correspondant d'installations nouvelles ou, pour d'autres raisons, d'ouvriers si le volume de la production doit rester inchangé.

Si par contre, il existe entre la durée de travail et le rendement un rapport tel que le résultat du travail peut être influencé par l'ouvrier, ce résultat peut varier dans le cas d'une augmentation ou diminution de la durée de travail en des rapports moins que proportionnels ou plus que proportionnels à la variation de la durée du travail.

A la possibilité pour l'individu d'influencer son rendement dépend la réussite de modification du résultat moyen du travail. Ceci est largement influencé par l'existence ou absence des conditions physiques et psychologiques incitant à augmenter le rendement.

L'idée qu'une diminution de la durée de travail doit nécessairement conduire à une augmentation du rendement par unité de temps n'est pas toujours valable. Toutefois, pour compenser une chute attendue de la production en faisant recours à une rationalisation, la diminution de la durée de travail s'accompagne par des résultats positifs.

8-2- Optimisation des moyens d'exploitation

Au problème des conditions du rendement optimal du travail de l'individu dans l'entreprise vient s'adjoindre le problème des conditions du rendement optimal des moyens d'exploitation. Le produit que les moyens d'exploitation sont en mesure de fournir pour des tâches d'ordre technique et économique dépend de plusieurs facteurs. Trois d'entre eux déterminent, d'une façon tout à fait général et sans considération des conditions particulières à une entreprise, la capacité de rendement des installations techniques.

Il s'agit de :

- leur caractère moderne,
- leur vitesse d'usure,
- l'état de la capacité d'utilisation

L'évolution de la technique menace tout matériel d'exploitation. Si l'entreprise n'est pas à mesure de suivre pas à pas l'évolution, elle risque de se voir dépassée et de porter atteinte à sa compétitivité. Pour une entreprise ayant un équipement moderne c'est-à-dire représentatif de l'état actuel des progrès techniques, les conditions de production seront en principe particulièrement favorables.

A part le caractère moderne des moyens d'exploitation, il faut distinguer celui de l'usure de ces moyens, certains pouvant être peu usés et d'autres plus usés. Le degré d'usure des moyens d'exploitation n'a rien à voir avec celui de leur caractère moderne. Des installations tout à fait récentes peuvent être usées facilement.

Mais l'efficience technique d'une installation longtemps utilisée est inférieure sans aucun doute à celle en usage depuis peu de temps. Plus la part des installations dont l'usure est relativement grande est faible (grande) par rapport à l'ensemble du potentiel de production, plus favorable (défavorable) est le rendement des installations productives[31(*)].

Le critère de la qualité de l'équipement d'une entreprise industrielle est donnée par le rapport entre les moyens d'exploitation modernes et ceux qui sont dépassés. Moins une entreprise dispose de matériel de production âgé et usagé, plus haut se situe son niveau qualitatif, c'est-à-dire sa capacité de rendement.

La qualité du potentiel de production dépend aussi de l'état de la capacité d'exploitation des installations. Surveiller l'usure et entretenir le matériel, telles sont les conditions qui permettent d'obtenir une capacité d'exploitation aussi favorable que possible.

Une surveillance insuffisante accélère le rythme d'usure des installations, surtout si en même temps les installations sont surexploitées. L'insuffisance des soins apportés aux moyens d'exploitation diminue prématurément la capacité de rendement du matériel lui-même, mais provoque encore des perturbations dans le déroulement du processus de production. Ne pas prévoir des perturbations dans les moyens d'exploitation peut

considérablement entraver le déroulement du programme de production et engendrer de cette façon des situations difficiles ou non rentables.

La qualité des moyens d'exploitation pour une entreprise donnée dépend aussi de leur adaptation aux tâches particulières qui doivent être exécutées grâce à eux. Le concept de l'adaptation des moyens d'exploitation vise le rapport entre le rendement souhaitable des moyens d'exploitation et celui effectivement réalisable avec eux.

Précisons qu'on peut distinguer dans un matériel d'exploitation deux sortes de capacités : la capacité quantitative et la capacité qualitative. En ce qui concerne la capacité quantitative, on peut distinguer trois concepts de capacité : la capacité maximale, optimale et minimale.

La capacité maximale signifie qu'un matériel ne peut donner plus qu'il ne lui permette ses caractéristiques techniques. La capacité maximale est un concept purement technique. Il en va différemment pour la capacité optimale. Se retrouvent ici des données essentiellement techniques et des conditions de rentabilité économique.

Pour la capacité minimale, il s'agit d'une notion technique dans la mesure où dans de nombreux cas, des machines ou un ensemble de machines sont aptes à être mis en exploitation seulement à partir du moment où il est exigé d'elles un certain rendement. L'adaptation des moyens d'exploitation est fonction de leur capacité quantitative, mais aussi de leur capacité qualitative c'est-à-dire de la nature et de la qualité des rendements qu'ils sont susceptibles de fournir. L'entreprise exige en effet de ses moyens d'exploitation non seulement un certain volume mais aussi une certaine qualité de production.

8-3- Optimisation des matières premières

On comprend ici sous le facteur élémentaire de production «matières premières » tous les produits bruts semi-finis ou finis qui sont nécessaires en tant que matières premières ou servant de base à l'élaboration des produits et qui deviennent partie intégrante du produit après des modifications de forme ou de substance ou après leur introduction dans les produits finis.

Le problème à évoquer maintenant ne consiste pas à rechercher les caractéristiques qualitatives que doit posséder ce facteur de production pour que le produit fini ait des qualités particulièrement favorables. Il s'agit de déterminer quelles qualités requises doivent avoir les matières premières pour que ces dernières puissent arriver au niveau maximum de rendement dans la combinaison globale des facteurs de production. La question est donc ici essentiellement technique et non commerciale.

Les matières premières exercent une influence sur la productivité et par-là sur le rendement. Si les caractéristiques techniques des matières premières conduisent à un minimum de consommation de celles-ci et de mise en oeuvre des facteurs restant, l'optimum technique de ce facteur de production sera atteint. Plus la consommation en matières premières se rapproche de cet optimum, ce dernier étant ici un minimum, plus les conditions d'utilisation de ce facteur sont favorables.

Si l'on s'interroge maintenant sur les conditions qui déterminent l'optimum technique de ce facteur, il apparaît qu'il s'agit avant tout de trois conditions :

- plus est faible la différence entre les matières premières brutes utilisées et le poids du produits fini, plus leur économie est importante ;

- plus on recourt à la possibilité des produits standardisés et normalisés, moins est importante la consommation de matières premières ;

- Plus les matières premières correspondent aux contraintes techniques, plus les modes d'utilisation et de travail de celles-ci sont avantageux. On parle aussi en ce sens de matières premières adaptées.

Les pertes de matières premières constituent un handicap majeur à l'optimum technique de ce facteur de production. Entre les pertes des matières premières, on distingue les chutes, les sous produits et les rebuts.

8-4- La suppression des aléas

Dans un processus où il existe des aléas, des facteurs incontrôlés, lorsque réussir, accomplir ou produire quelque chose est une nécessité, on est contraint à prendre des marges de sécurité importantes. De nombreux aléas viennent perturber la production et le fonctionnement des usines : notamment des pannes fréquentes des machines, les défauts de qualité dans les produits fabriquées et les retards de livraison des fournisseurs.

Parmi les différents types d'aléas, seules les pannes de machines et les problèmes de qualité figurent parmi les principales causes de l'inefficacité des usines. La qualité de la production est dans une large mesure liée à la fiabilité des machines et à la responsabilité des hommes.

8-5- La prévision

Sans prévision et sans programme, toutes les impulsions personnelles si fortes soient - elles et tous les objectifs si grand soient - ils, restent sans effets. « Prévisions » au sens large du terme, recouvre toute les actions visant à mettre à l'abri la production, la vente et le secteur financier. Elle vise à protéger l'entreprise des aléas internes ou externes à celle-ci.

Pour une entreprise industrielle, après avoir terminé les facteurs de production nécessaires, il reste à prévoir le processus de fabrication lui-même. On parlera en ce sens ici de « prévision du processus ». Cette prévision est déterminée par la structure du marché de l'entreprise et par les procédés auxquels elle recourt pour exécuter le processus de production.

Si les produits élaborés ne sont pas susceptibles de stockage, il s'agit d'entreprises travaillant à la commande. Pour faire une prévision du processus de production, il faut d'abord recevoir les commandes des clients. Les entreprises dont les produits peuvent être

stockés, et qui peuvent donc produire sur stock, sont des entreprises travaillant pour le marché.

Dans le processus de production, on pourra souvent se contenter de tenir compte du fait que le pourcentage de déchets est en moyenne de tel ou tel ordre de grandeur, sans qu'il faille analyser dans le détail la dispersion autour de cette moyenne. De même, suffira souvent de tenir compte du fait que, dans certaines circonstances, les autres producteurs de tel ou tel autre type agiront en moyenne de telle manière, sans qu'il soit nécessaire d'analyser davantage quelles peuvent être les prévisions, quant aux chances escomptées et aux risques encourus, qui motivent ce comportement.

La prévision de la production dans les entreprises industrielles englobe :

- la prévision du programme de production ;
- la prévision des besoins en facteurs de production nécessaire à la production des produits de l'entreprise ;
- la prévision du processus de production.

Ces éléments de la prévision de la production, le programme de production, les besoins et le processus de production, constituent un tout. Commettre une erreur sur l'un de ces points de la prévision menace la réalisation de la prévision de la production dans les autres points.

8-6- Le juste à temps

Le juste à temps est un principe d'organisation industrielle qui consiste à acheter ou produire seulement ce dont on a besoin, quand on en a besoin.

Autrement dit, il faut produire et livrer :

- les produits finis juste à temps pour qu'ils soient vendus ;
- les sous ensembles juste à temps pour qu'ils aient montés dans les produits finis ;
- les matières premières juste à temps pour être transformées en pièces fabriquées.

Le juste à temps est à la fois un état d'esprit et une méthode d'organisation et de gestion fondée sur la recherche et l'élimination systématique de toute forme de gaspillage : gaspillage de temps, d'énergie, de capacité et de potentialités dont dispose l'entreprise

Même si les résultats de cette méthode se trouvent souvent confirmées dans le domaine de la production, en fait c'est toute l'entreprise qui bénéficie du juste à temps lorsque l'implantation de cette méthode est réussie.

Pour s'engager dans la voie du juste à temps, l'entreprise tout entière, à tous ses niveaux hiérarchiques, doit changer ses façons de faire, de percevoir les problèmes et de les régler.

9-Objectifs de la gestion de la production [11]

- **Financiers** (produire à un coût optimal), coût des matières et consommables, coût de stockage des encours et des produits semi ouvrés, coût de gestion des magasins, coût des heures de travail supplémentaires, coût des arrêts …faisant partie intégrante du coût de revient, maîtriser ces derniers est aussi une garantie pour la commercialisation des produits finis ;

- **Temporels** (produire dans les délais, assurer une livraison juste à temps), éviter les ruptures de stocks, éviter le gonflage des stocks de produits finis. Car cela a une incidence directe sur la satisfaction de la clientèle (pertes de commandes) ou sur le coût de revient du produit finis dû au coûts supplémentaires du stockage.

- **Mécaniques** (maintenance préventives et gestion des temps d'arrêt), anticiper sur les pannes et prévoir des solutions alternatives en cas d'arrêt d'une machine,

- **Qualité** (produire avec le moins de défauts possible, le moins de déchets), un produit de bonne qualité participe à la fidélisation de la clientèle, véhicule l'image de marque de l'entreprise.

- **Planification** : assurer une circulation continue des flux, détecter et supprimer les goulets d'étranglement dans le circuit de production. Il s'agit aussi à ce niveau de définir un plan de production, de définir les gammes opératoires, d'ordonnancer les opérations, et enfin de gérer la répartition des taches durant tout le processus de fabrication

10-Conclusion

La gestion de la production est la mise en application de méthodes et techniques dans le but d'accomplir la transformation des matières en produits fini.

Dans un environnement économique devenu aussi concurrentiel que le notre, les enjeux financiers sont cruciaux. Le prix de vente des produits dépend de plus en plus de la demande du marché et reste très influencé par la concurrence. Afin de rester compétitive et surtout garantir une marge bénéficiaire convenable sur la vente de leurs produits, les entreprises industrielles ont pour principal recours la réduction du coût de production. Le champ d'action de la gestion de la production dans l'entreprise est vaste, couvre de nombreuses activités et interpelle de différents domaines comme la recherche opérationnelle plus précisément la programmation linaire qu'on abordera dans le second chapitre .

1-Introduction

La première révolution industrielle avait remplacé la force musculaire de l'homme par celle des machines,les ordinateurs se sont introduits dans les entreprises et les pouvoirs publics firent surgir des problèmes de grande envergure auxquels les directions n'étaient pas préparées. La caractéristique essentielle de la **Recherche Opérationnelle(R.O)** est le recours à la méthode scientifique. Le chercheur de la **R.O**. construit une *représentation* qu'il appelle un "modèle mathématique". Il peut manipuler les modèles et les étudier plus facilement que le système réel. Les modèles sont parfois très difficiles à construire et peuvent prendre la forme d'expressions mathématiques fort compliquées. Lorsqu'ils mettent leur modèle en formule, les chercheurs doivent énoncer formellement quelles sont les variables, l'objectif, les paramètres.

Beaucoup de problèmes réels de recherche opérationnelle peuvent être exprimés comme un problème de ***programmation linéaire*** *(*PL) qui est une technique mathématique permettant de déterminer la meilleure solution d'un problème dont les données et les inconnues satisfont à une série d'équations et d'inéquations linéaires. La programmation linéaire a été formulée par Dantzig en 1947 et connaît un développement rapide par suite de son application directe à la gestion scientifique des entreprises. Le facteur expliquant l'essor de la P.L est la construction d'ordinateurs puissants qui ont permis de traiter les problèmes concrets de taille très grande. On l'applique surtout en gestion et en économie. On peut citer les domaines d'application de la programmation linéaire qui sont : les transports, les banques, les industries lourdes et légères, l'agriculture, les chaînes commerciales, la sidérurgie, et même le domaine des applications militaires.

2-Présentation d'un programme linéaire

Les problèmes de programmation linéaire (PL) sont des problèmes d'optimisation ou la fonction objectif et les contraintes sont toutes linéaire.

Un programme linéaire consiste à trouver le maximum ou le minimum d'une forme linéaire dite fonction objectif en satisfaisant certaines équations et inégalités dites contraintes. En langage mathématique, on décrira de tels modèles de la manière suivante :

La fonction objectif est une forme linéaire en fonction des variables de décision a optimiser (Min ou Max) et elle est appelé aussi fonction de but ou fonction economique :

$$\boldsymbol{Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 \ \ldots\ldots + c_n x_n = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j} \qquad \textbf{(1-1)}$$

où les coefficients ($\boldsymbol{c_1}$, $\ldots\ldots \boldsymbol{c_n}, \boldsymbol{j = 1 \ldots . n}$) doivent avoir une valeur bien déterminée (avec certitude) et peuvent être positifs, négatifs ou nuls.

Par exemple le coefficient c_j peut représenter un profit unitaire lié à la production d'une unité supplémentaire du bien x_j ainsi la valeur de Z est le profit total lié à la production des différents biens en quantités égales à $(x_1, x_2, x_3 \dots\dots x_n, x_j, j = 1 \dots . n)$

Supposons que ces variables de décision doivent vérifier un système d'équations linéaires ,On les appels contraintes linéaires (égalités ou inégalités)

$$\begin{pmatrix} a_{11}x_1 + & \cdots & + a_{1n}x_n \geq b_1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}x_1 + & \cdots & + a_{mn}x_n = b_m \end{pmatrix} \qquad \textbf{(1-2)}$$

où les coefficients $a_{11} \dots\dots a_{1m} \dots\dots a_{mn}$et $b_1 \dots\dots\dots\dots\dots b_m$ doivent avoir une valeur bien déterminée (avec certitude) et peuvent être positifs, négatifs ou nuls.

Le paramètre $b_i, i = 1 \dots . m$ représente la quantité de matière première disponible dont le bien x_i utilise une quantité égale à $a_{ij}x_j$.

toutes les variables de décision $x_1, x_2, x_3 \dots\dots x_N, x_j, j = 1 \dots . n$ sont positives :

$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \dots\dots x_n \geq 0$. **(1,3)**

En suivant les étapes de formulation ci-dessus, on peut représenter le PL comme suit :

$$\begin{cases} Max(Min) \;\; Z = c_1x_1 + c_2x_2 \dots\dots + c_nx_n \\ \quad a_{11}x_1 + \quad \cdots \quad + a_{1n}x_n \geq b_1 \\ \quad \vdots \qquad \ddots \qquad \vdots \\ \quad a_{m1}x_1 + \quad \cdots \quad + a_{mnN}x_n = b_m \\ \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \dots\dots x_n \geq 0 \end{cases} \qquad \textbf{(1)}$$

Exemple[7] :

Un spécialiste en médecine a fabriqué un médicament (des pilules) pour guérir les sujets atteints d'un rhume. Ces pilules sont fabriquées selon deux formats :

- Petite taille : elle contient 2 grains d'aspirine, 5 grains de bicarbonate et 1 grain de codéine.
- Grande taille : elle contient 1 grain d'aspirine, 8 grains de bicarbonate et 6 grains de codéine.

Pour guérir la maladie, le sujet a besoin de 12 grains d'aspirine, 74 grains de bicarbonate et 24 grains de codéine. Déterminer le nombre de pilules minimales à prescrire au sujet pour qu'il soit guérit

Les variables de décision qui représentent des valeurs inconnues par le décideur qui est dans ce cas le spécialiste en médecine sont :

- x_1: le nombre de pilules de petite taille à prescrire.
- x_2: le nombre de pilules de grande taille à prescrire.

On vérifie bien que les variables de décision :$\boldsymbol{x_1}$ et $\boldsymbol{x_2}$ sont positives :$\boldsymbol{x_1 \geq 0, x_2 \geq 0}$.

- Les contraintes imposées par le problème sur les valeurs possibles de x_1 et x_2 sont :
  La prescription doit contenir des pilules avec au moins 12 grains d'aspirine. Sachant qu'une petite pilule contient 2 grains d'aspirine et qu'une grande pilule contient un seul grain d'aspirine, on obtient la contrainte suivante :$\boldsymbol{2x_1 + x_2 \geq 12}$.
- De la même façon que pour l'aspirine, la prescription du spécialiste en médecine doit contenir au moins 74 grains de bicarbonate. Ainsi la contrainte suivante doit être satisfaite : $\boldsymbol{5x_1 + 8x_2 \geq 74}$.
- Finalement la contrainte imposée par le fait que la prescription doit contenir au moins 24 grains de codéine est$\boldsymbol{x_1 + 6x_2 \geq 24}$.

Etape 3 : Identification de la fonction objectif. On remarque qu'il y a plusieurs couples de solutions (x_1, x_2) qui peuvent satisfaire les contraintes spécifiées à l'étape 2. La prescription doit contenir le minimum possible de pilules. Donc le critère de sélection de la quantité de pilules à prescrire est celle qui minimise le nombre total des pilules$Z = \boldsymbol{x_1 + x_2}$.
Le programme linéaire qui modélise ce problème médical est donc le suivant :

$$\begin{cases} \boldsymbol{x_1 + x_2 \longrightarrow Min} \\ \boldsymbol{2x_1 + x_2 \geq 12} \\ \boldsymbol{5x_1 + 8x_2 \geq 74} \\ \boldsymbol{x_1 + 6x_2 \geq 24} \\ \boldsymbol{x_1 \geq 0, x_2 \geq 0} \end{cases} \quad \textbf{(p)}$$

3-Réduction d'un problème de programmation linéaire à la forme canonique

On transforme les inéquations en équations avec l'addition de *variables d'écart*, *d'excès* et *artificielles* selon le tableau suivant:

Forme d'inégalité	Forme de la nouvelle variable
≥	- excès + artificielle
=	+ artificielle
≤	+ écart

4-Ecriture matricielle d'un probléme de programmation lineaire

Exemple : Ecrire sous forme matricielle le probléme de progragramation linéaire suivant :

$$\begin{cases} \boldsymbol{2x_1 + x_2 \quad\quad Max} \\ \boldsymbol{x_1 + 2x_2 = 4} \\ \boldsymbol{2x_1 + 3x_2 = 2} \\ \boldsymbol{x_1 \geq 0, x_2 \geq 0} \end{cases} \quad (p1)$$

En posant : $x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$, $c' = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \end{pmatrix}$, $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$

le probléme (p) prend la forme matricielle suivante :

$$\begin{cases} Z = c\,'x \longrightarrow Max \\ Ax = b \\ x \geq 0 \end{cases} \qquad (2)$$

5-Méthode de résolutions des problémes de programmation linéaires

5-1méthode du simplexe

En 1947 George Dantzig a développé une méthode efficace pour résoudre les problèmes linéaires, dénommée méthode du simplexe qui consiste a évaluer la**,** solution au niveau de points extrêmes de l'ensemble des solutions admissibles d'une manière systématique en utilisant une procédure algébrique qui permet de passer d'un point extrême a un autre en améliorant la solution jusqu'a atteindre éventuellement la solution optimale finie. Comme le nombre de points extrêmes est fini, la solution optimale est obtenue âpres un nombre limite d'opérations[2].

a)définitions :

1) Solution réalisable : On appelle ainsi toute solution du système du (1) (y compris donc les contraintes de positivité

2) Variables de base :tout sous-ensemble $x_i, \ldots, x_{im}$ de m variables prises parmi $x_1, \ldots, x_n$ et telles que les les vecteurs associés $P_{i1}, \ldots, P_{im}$ forment une base de R^m donc que la matrice qu'il forment, qui est carrée d'ordre m, soit inversible

3) Solution de base : Toute solution comportant $n - m$ variables nulles et telles que les m restantes soient des variables de base (associées à une base).

4) Solution de base réalisable : Toute solution de base qui satisfait aux contraintes (1).

5) Solution optimale : Toute solution réalisable qui optimise z. Si une telle solution existe, il y a au moins une qui est de base et réalisable.

b) **L'algorithme du simplexe [2]:**

L'algorithme du simplexe est une méthode itérative constituée d'une ou plusieurs itérations. L'itération de cette méthode consiste à démarrer d'une solution de base (réalisable, point extrême) et de passer au point extrême voisin et ainsi de suite

Ou $A = A(I, J)$ est la matrice des conditions , I est l'ensemble des indices des lignes et , J est l'esnsemble des indices de colonnes .

Défintions :

1)Tout vecteur x vérifiant les contraintes de (1) est appelé **solution réalisable (admissible)** du probléme (1) .

2)Une solution x^0 est optimales si $c' x^0 = \max(c' x)$, pour toute solution réalisable x.

3)Une solution réaliable x est dite de base si $(n - m)$ de ses composantes sont nulles ,et aux autres $x_{j1}, \ldots, x_{jm}$, correspondants m vecteurs $a_{j1}, \ldots, a_{jm}$ de la matrice de condition A linéairement indépendants .
L'ensemble $J_B = \{J_1, \ldots, J_m\}$ est appelé ensemble des indices de bases, $J_H = J/J_B$ ensemble des indices hors base .

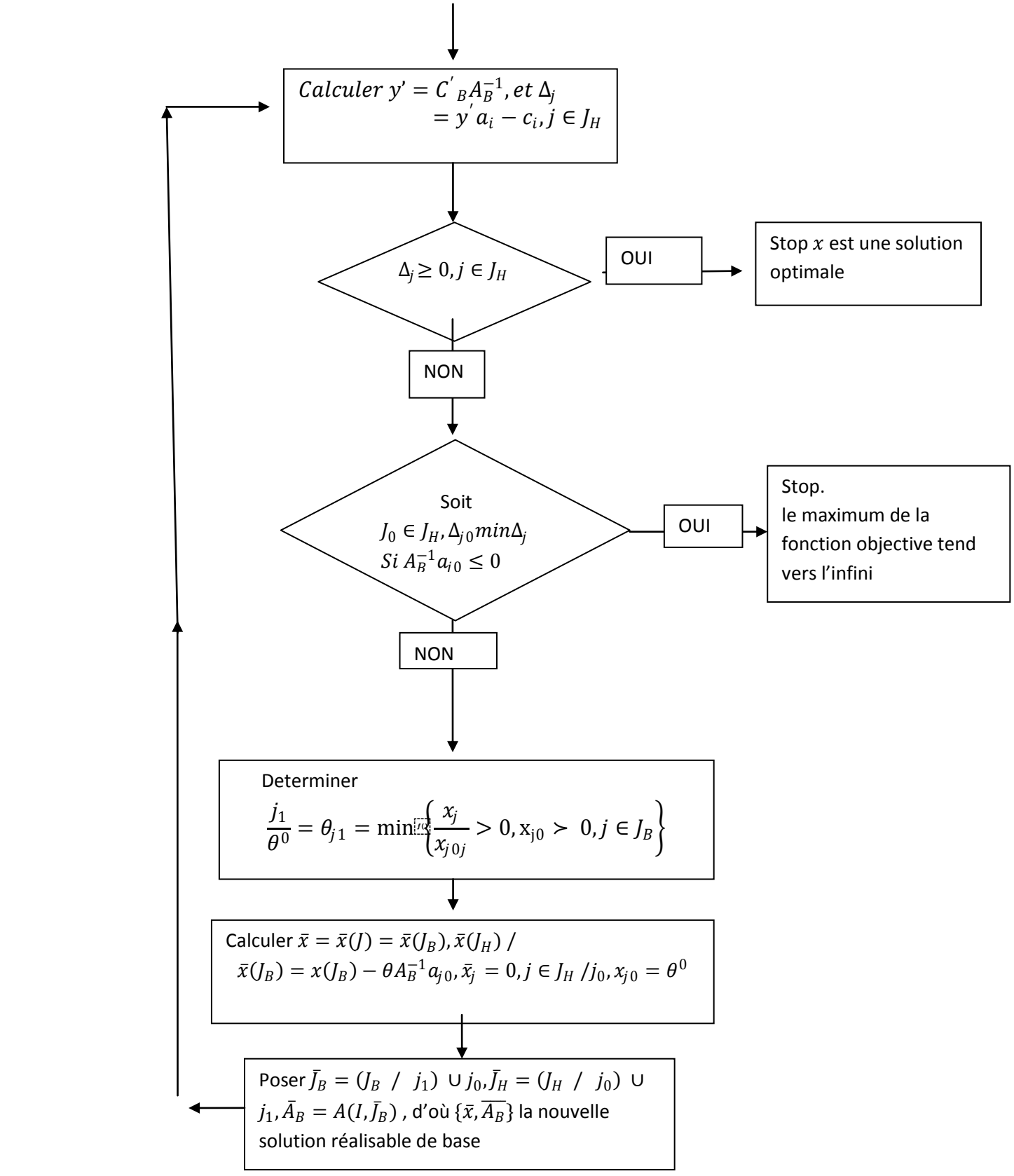
Autrement :

*une solution réalisable $x = x(J)$ est solution de base si $x_H = x(J_H) = 0$, $\det A_B \neq 0$, *ou AB=A(I,JB)*.
* La matrice A_B est appelée matrice de base , $x_j , j \in J_B$ les composantes de base, $x_j , j \in J_H$ les composantes de hors base.

Théorème d'optimalité :

Soit $\{x, A_B\}$ une solution réalisable de départ. L'inégalité $\Delta_H = \Delta(J_H) \geq 0$ est suffisante et dans le cas de la non dégénérescence elle est nécessaire pour l'optimalité de $\{x, A_B\}$.

Soit $\{x, A_B\}$ une solution réalisable de base



Organigramme de l'algorithme du simplexe (pour une maximisation)

❖ **Tableau du simplexe :**

c			C_1	C_2	C_3	$\cdots$	C_m	C_{m+1}	$\cdots$	C_j	$\cdots$	C_n	
C_B	$base$	B	a_1	a_2	a_3	$\cdots$	a_m	a_{m+1}	$\cdots$	a_j	$\cdots$	a_n	θ_j
C_1	a_1	$b_1 = x_1$	1	0	0	$\cdots$	0	$x_{1,1+m}$	$\cdots$	x_{1j}	$\cdots$	x_{1n}	θ_1
C_2	a_2	$b_2 = x_2$	0	1	0	$\cdots$	0	$x_{2,1+m}$	$\cdots$	x_{2j}	$\cdots$	x_{2n}	θ_2
C_3	a_3	$b_3 = x_3$	0	0	1	$\cdots$	0	$x_{3,1+m}$	$\cdots$	x_{1j}	$\cdots$	x_{3n}	θ_3
$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$	$\vdots$ $\vdots$
C_m	a_m	$b_m = x_m$	0	0	0	$\cdots$	1	$x_{m,1+m}$	$\cdots$	x_{mj}	$\cdots$	x_{mn}	θm
$Z = C'_B x_B$		Δj	$\Delta_1 = 0$	$\Delta_2 = 0$	$\Delta_3 = 0$	$\cdots$	$\Delta_m = 0$	Δ_{m+1}	$\cdots$	Δj	$\cdots$	Δm	

5-2 méthode des deux phases[2]

Considérons le problème de programmation linéaire suivant :

$$\begin{cases} \boldsymbol{Z = c\,'x \longrightarrow Max} \\ \boldsymbol{Ax = b} \\ \boldsymbol{x \geq 0} \end{cases} \qquad (\mathbf{2})$$

a) Phase I :

La première phase de résolution du problème (P) consiste à déterminer une solution de base réalisable de (P). On construit le problème suivant :

$$\begin{cases} \boldsymbol{-\sum_{i=1}^{m} x_{n+i} \longrightarrow Max} \\ \boldsymbol{[Ax]_i + x_{n+i} = b, i = \overline{1,m}} \\ \boldsymbol{x \geq 0, x_{n+i} \geq 0, i = \overline{1,m}} \end{cases} \qquad (\mathbf{3})$$

Ou les $\boldsymbol{x_{n+i}}$ sont appelé des variables artificielles
le probléme $(\mathbf{2})$ posséde $\mathbf{n+m}$ variables et m equations **,**le vecteur $\boldsymbol{X} = (\mathbf{0}, \ldots\ldots, \mathbf{0}, \boldsymbol{b_1}, \ldots\ldots, \boldsymbol{b_m})$ est réalisable pour (3) donc l'ensemble des solutions admissibles de (3) est non vide
D'un autre coté la fonction objective du probléme de (3) $\boldsymbol{admet\ une\ solution\ optimale\ X^0 = (x^0, x_a^0)}$

Théorème 1 :
Soit $(\boldsymbol{x^0}, \boldsymbol{x_a^0})$ une solution optimale de$(\mathbf{3})$
Si $\boldsymbol{x_a^0}$ est différent de zéro alors les contraintes du problème de départ $(\mathbf{2})$sont contradictoires.

b)Phase II :

Théorème 1 :
Soit $(\boldsymbol{x^0}, \boldsymbol{x_a^0})$ } une solution optimale de $(\mathbf{3})$avec des variables artificielles nulles, alors on utilise la solution $\boldsymbol{x^0}$ avec sa matrice $\boldsymbol{A_B^0}$, comme solution de base de départ du problème (2), et ceci constitue la deuxième phase.

Si $\boldsymbol{x}^{\boldsymbol{0}}_{\boldsymbol{n+i}} = \mathbf{0}, \forall\, \boldsymbol{i}\ \boldsymbol{et}\ \exists$ un $indice\ \boldsymbol{i_0}\ /\ \boldsymbol{a_{i0}} \in \boldsymbol{A_B}$ alors pour revenir à la deuxième phase, il faut exclure cette colonne de. $\boldsymbol{A_B}$

5-3 La M-méthode[2]

Le mathématicien Américain Tcharness a proposé une méthode en rassemblant les deux phases en une seule.

Du problème (P), on construit un problème $(P2)$ de la manière suivante :

$$\begin{cases} \overline{\boldsymbol{Z}} = \boldsymbol{c}\,'\boldsymbol{x} - \boldsymbol{M}\sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{m}} \boldsymbol{x_{n+i}} \longrightarrow \boldsymbol{Max} \\ [\boldsymbol{Ax}]_{\boldsymbol{i}} + \boldsymbol{x_{n+i}} = \boldsymbol{b}, \boldsymbol{i} = \overline{\mathbf{1}, \boldsymbol{m}} \\ , \boldsymbol{x_j} \geq \mathbf{0}, \boldsymbol{j} = \overline{\mathbf{1}, \boldsymbol{n+m}} \end{cases} \qquad (\mathbf{4})$$

Où $M >> 0$ (un nombre positif très grand) et $\boldsymbol{x_{n+i}}, \boldsymbol{i} = \overline{\boldsymbol{n+m}}$ des variables artificielles.

Le vecteur $\boldsymbol{X} = (\mathbf{0}, \boldsymbol{b}) = (\boldsymbol{x} = \mathbf{0},\ \boldsymbol{x_{n+i}} = \boldsymbol{b}, \boldsymbol{i} = \overline{\mathbf{1}, \boldsymbol{m}})$ est une solution de

base réalisable de $(\boldsymbol{P2})$ avec $A_B = (\boldsymbol{a_{n+1}}, \dots, \boldsymbol{a_{n+m}})$.

Ici on choisit M suffisamment grand, $\forall\, \boldsymbol{x} \geq \mathbf{0}, \forall \boldsymbol{x_{n+i}} \geq \mathbf{0}$ sur un ensemble de contraintes non vide.

On résout le problème (4) par la méthode de simplexe avec une solution de base de

départ $\{(0, b), A_B\}$ et on obtient une solution optimale

$$\{\boldsymbol{X^0} = (\boldsymbol{x^0}, \boldsymbol{x^0_{n+i}}, \boldsymbol{i} = \mathbf{1}), \boldsymbol{A_B^0}\}$$

Interprétation de la solution de (P2) : (Dans le cas où la solution optimale existe)

a. S'il existe au moins un i_0 tel que$\boldsymbol{x^0_{n+i}} \neq \mathbf{0}$, alors les contraintes de (P) sont contradictoires, c'est-à-dire, $\nexists\, x/Ax = b$.

b. Si$\boldsymbol{x^0_{n+i}} = \mathbf{0}, \forall \boldsymbol{i} = \overline{\mathbf{1}, \boldsymbol{m}})$ alors x^0est solution optimale de $(\mathbf{2})$.

Exemple[2] : Nous allons résoudre le problème de programmation linéaire suivant par la méthode de simplexe :

$$\begin{cases} Z = 4x_1 - 2x_2 + 2x_3 \longrightarrow Max \\ x_1 - x_2 + x_3 \leq 6 \\ x_1 + x_2 + x_3 \leq 2 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

Transformons le probléme à la forme canonique en ajoutant des variables d'écarts :

$$\begin{aligned} Z = 4x_1 - 2x_2 + 2x_3 &\longrightarrow Max \\ x_1 - x_2 + x_3 + x_4 &= 6 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_5 &= 2 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 + x_6 &= 4 \\ x_j \geq 0, j &= \overline{1,6} \end{aligned}$$

La solution de base de départ est $x = (0,0,0,6,2,4)$ avec $J_B = \{4,5,6\}, J_H = \{1,2,3\}$.
Le vecteur des potentiels est :

$$y' = c'_B A_B^{-1} = (0,0,0)\begin{matrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{matrix} = (0,0,0)$$

Déterminons le vecteur des estimations Δ :
$\Delta = (\Delta_j, j \in J), \Delta_j = y' a_j - c_j, j \in J$
On a : $\Delta_j = 0, j \in J_B$

Le critère d'optimalité n'est pas vérifié donc la solution de départ n'est pas optimale car

$$\Delta_1 = y' a_1 - c_1 = (0,0,0)\begin{matrix}1\\1\\2\end{matrix} = -4$$ et continue les autres Δ_j

Dressons le 1^{er} tableau du simplexe :

c			4	-2	2	0	0	0	$\cdots$	
C_B	$base$	B	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	θ_j	
0	a_4	6	1	-1	1	1	0	0	6	L_1^1
0	a_5	2	1	1	1	0	1	0	2	L_2^1
0	a_6	4	2	2	1	0	0	1	2	L_3^1
$Z = 0$		Δj	-4	2	-2	0	0	0		

Donc on doit faire rentrer a_1 dans la base et sortir a_5 ,la nouvelle base sera $\overline{A_B} = (a_4, a_1, a_6)$, pour avoir la nouvelle solution $\bar{x}$ dressons le $2^{éme}$ tableau du simplexe

c			4	-2	2	0	0	0	$\cdots$
C_B	$base$	B	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	θ_j
0	a_4	3	0	-2	0	1	-1	0	6
4	a_1	2	1	1	1	0	1	0	2
0	a_6	0	0	0	-1	0	-2	1	2
$\bar{Z} = 8$		$\bar{\Delta}j$	0	6	2	0	4	0	

$L_1^2 = L_1^1 - L_2^1$
$L_2^1 = L_2^1$
$L_3^1 == L_3^1 - L_2^1$

La nouvelle solution $\bar{x} = (2,0,0,3,0,0)$, comme le critére d'optimalité est vérifié donc elle est optimale pour le probléme canonique ,d'où la solution optimale du probléme de départ est $x^0 = (2,0,0)\ avec\ Z^0 = 8$

5-4 la dualité

A tout programme linéaire appelé PRIMAL correspond un programme linéaire appelé DUAL obtenu de la manière suivante:

PRIMAL	DUAL
m contraintes d'infériorité	n contraintes de supériorité
n variables d'activité	n variables d'écart
m variables d'écart	m variables d'activité
écriture en ligne	écriture en colonne

Exemple :

PRIMAL	DUAL
$3\,x1 + 4\,x2 \leq 160$ $6\,x1 + 3\,x2 \leq 180$ $Max\ z = 1200\,x1 + 1000\,x2$ $x1 \geq 0 \ ; \ x2 \geq 0$	$3\,y1 + 6\,y2 \geq 1200$ $4\,y1 + 3\,y2 \geq 1000$ $Min\ w = 160\,y1 + 180\,y2$ $y1 \geq 0 \ ; \ y2 \geq 0$

6-Conclusion

Pour la résolution pratique des problème de la programmation linéaire ordinaires .il est actuellement commun de considérer plusieurs méthodes tel que la méthode du simplexe, Graphique (si y'a au plus trois variables),la M-Méthode,la méthodes des deux phases.
Dans ce chapitres on a présenter la programmation linéaire qui est un outil fondamental parmi les nombreux outils de recherche opérationnel employé en gestion d'un système de production

1-Introduction

E.N.I.E.M est une Entreprise Publique Économique de droit Algérien constituée le 02 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'Entreprise SONELEC. Son siège social se situe au chef lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou. Les unités de production Froid, Cuisson, et Climatisation sont implantées à la zone industrielle Aissat Idir de Oued-Aissi, distante de 7 km du chef-lieu de wilaya. La filiale sanitaire est installée à Miliana, wilaya de Ain Defla, et la filiale lampe à Mohammedia, wilaya de Mascara [9].

2-Historique [4]

L'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM) est issue de la restructuration de la société nationale de fabrication et montage du matériel électronique et électrique (SONELEC) elle a été par décret numéro *83/19 du janvier 19*
Dans le cadre des réformes économiques décidées par le gouvernement, elle est passée à l'autonomie en octobre 1989 et dénommée ENIEM/EPE/SPA

EPE: Entreprise Public Economique.
SPA : Société Par Action.

Le développement du CAM s'est fait par étapes précises, on peut le résumer comme suit :

- **La période 1977_1980 :** phase de démarrage et de stabilisation de la production du CAM par la DIAG (société Allemande). Le complexe a démarré la production des petits appareils ménagers tels que les moulins à café, les sèche- cheveux.

- **La période 1980_1986 :** Phase de maîtrise du processus de fabrication et de montage par le personnel nationale de l'unité.

- **La période septembre 1986_1988 :** Réalisation des opérations de développement qui se traduit par la mise en place de la nouvelle ligne de

réfrigérateurs et congélateurs par le partenaire japonais Mitsu_Toshiba.

- **La période 1989_1991 :** L'entrée de production de la nouvelle unité cuisinières par le partenaire italien Intercoop/Techno gaz. Notons le passage de l'ENIEM, en octobre 1989, à l'autonomie conformément à la loi 88.01 de 1988 portante orientation des entreprises publiques économiques.

- **La période 1992_1996 :**Mise en place de l'usine de fabrication congélateurs horizontal du partenaire libanais LEMAITEC, reprise de montage des petits appareils ménagers en janvier 1993, réalisation du radiateur gaz butane (catalytique) en février 1993et la réalisation du projet réfrigérateur 5201 au cours du premier semestre de l'année 1995.

3-Objet social & Champ d'activité [4]

ENIEM est leader de l'Electroménager en Algérie, elle possède des capacités de production et une expérience de plus 30 ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager, notamment :

- Les appareils ménagers domestiques ;
- Les appareils de collectivités ;
- Les lampes d'éclairage ;
- Les produits sanitaires.

4- Object qualité [4]

L'ENIEM possède les normes qualité ISO 9001/2008,

ISO 14001/2004 et CE.

5- Capital social [4]

L'ENIEM est transformé juridiquement en société par actions le 8 octobre 1989. Son capitale ete de 2.957.500.000 DA.

6- Organisation général de l'ENIEM [4]

L'ENIEM se présente comme suite :

- La direction générale : elle est dirigée par un directeur général assisté d'un conseil de direction, elle s'occupe de la supervision et de l'orientation de l'ensemble des unités de l'entreprise.
- Direction des ressources humaines.
- Direction de la planification et contrôle de gestion.
- Direction de développement et partenarial.
- Direction des finances et comptabilité.
- Direction marketing et communication.
- Direction d'exploitation (industrielle).

7- Activités et missions [4]

Les missions principales de l'ENIEM sont la conception, le développement, la fabrication, l'assemblage et la commercialisation des produits électroménagers, ainsi que la prise en charge de la fonction service après-vente.
L'ENIEM est organisée selon ses activités principales à savoir : Le Froid.-La Cuisson. -La climatisation.-Le lavage.-Le chauffage.-Elles mêmes structurées en centre de profits.

Ses effectifs arrêtés au 31/12/2013 sont de 1984 travailleurs, filiales non comprise. Le chiffre d'affaires réalisé durant l'exercice 2013 et de 5798 MDA.

L'ENIEM dispose de trois (03) unités de fabrication spécialisées, d'une (01) unité de prestations techniques, d'une (01) unité commerciale ainsi que de deux (02) filiales dont le capital est à 100% ENIEM.

Le tableau ci- dessous résume les activités est les missions principale de l'ENIEM :

Unîtes	Activités	Mission
Direction générale	Elle exerce on autorité hiérarchique et fonctionnelle sur l'ensemble des directions et des unîtes.	La direction générale est responsable de la stratégie et du développement de l'entreprise.
Froid	- transformation de la tôle. -traitement et revêtement de surface (peinture, plastification). -injection plastique et polystyrène. -fabrication de pièce métallique (condenseur, évaporateur). -isolation. -thermoformage -assemblage	La mission globale de l'unité est de fabriquer, assembler et développer les produits de froid domestique
Cuisson	- transformation de la tôle -traitement et revêtement de surface (émaillage, zingage, chromage). -assemblage	La mission globale de l'unité est de fabriquer, assembler et développer les produits de technologie similaire
Climatiseur	- transformation de la tôle - traitement et revêtement de surface (peinture) - assemblage	La mission globale de l'unité est de fabriquer, assembler et développer les produits de technologie similaire
	En plus ces activités de réalisation les unités de produit (froid, cuisson et climatisation) assurent en leur sein respectif les activités suivantes : - études (méthode de	

	fabrication) - achats -contrôles qualité (réception, en cours de fabrication, finale) -stockage (magasin, atelier) -sécurité industrielle	
Prestation technique	- conception et réalisation des outils / moules -réalisation (usinage) de diverse pièce de rechange -étalonnage/ vérification des instruments de mesure -impression -production d'énergie et des fluides -entretien des bâtiments -fabrication de palettes (menuiserie) -neutralisation des rejets industriels avant évacuation vers l'oued -transport marchandise -surveillance du site -présentation sociale	L'unité est chargée de fournir de la prestation technique et des services nécessaires aux unités de production
Commerciale	-marketing -vente -service après vente -gestion des stocks des produits finis	Cette unité chargée de la commercialisation des produits de l'entreprise et du service après vente
Filiales	L'unité lampes de Mohammedia (ULM) qui à démarré en février 1979 pour fabriquer des lampes d'éclairage domestiquer ainsi que des lampes de réfrigérateur	La mission globale de l'unité est de produits et développer les produits sanitaires (baignoires, lavabos et évier)

8- Présentation du domaine d'étude (Unité Froid) [4]

L'unité froid comme son nom l'indique a pour mission de produire les produits de froid domestiques Elle est scindée de sept départements et chaque département est répartie en plusieurs services.

- **Les départements et les services :**

Le département des ressources humaines.
Service gestion du personnel.
Service moyen commercial.

- **Le département technique :** qui est composé de :
  Service d'étude et développement
  Service méthodes de fabrication
  Service laboratoire centrale

- **Le département maintenance** :qui est composé de :
  Service bureau technique
  Service équipement de fabrication
  Service équipement matières premières

- **Le département qualité :** qui est composé de :
  Service inspection matières
  Service inspection produits
  Service méthode et qualité

- **Le département commercial** :qui est composé de :
  Service achats
  Service gestion des stocks
  Service relation client
  Service transit et douane

- **Le département finances et comptabilités :** qui est composé de :
  Service comptabilité générale
  Service finances
  Service comptabilité analytique et budget

- **Le département de production :**

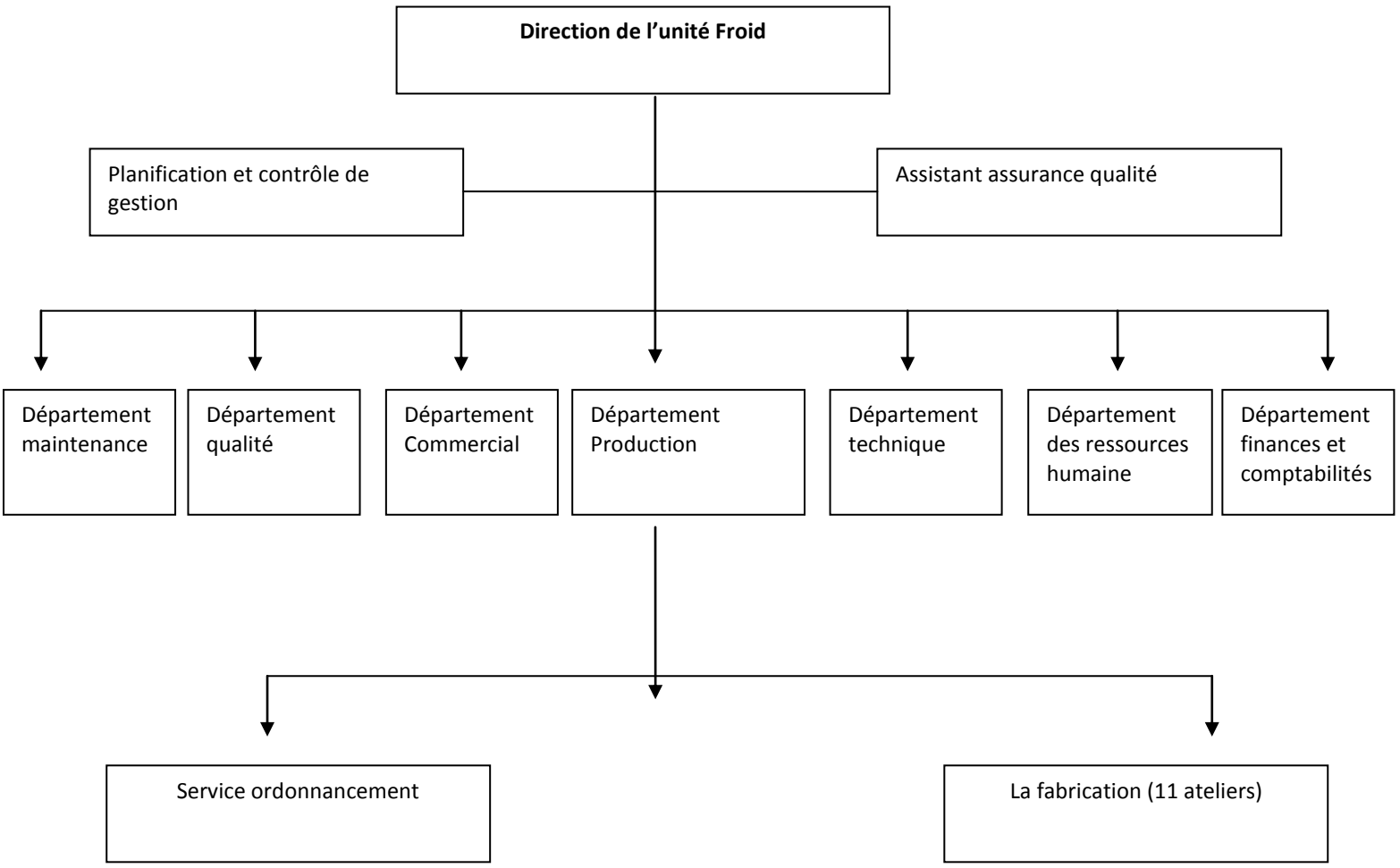
C'est le département ou se trouve notre champ d'étude il est composé du service ordonnancement et de 11 ateliers qui sont :

- ✓ Ateliers presse et soudure
- ✓ Ateliers de traitement et de revêtement de surface peinture (chaine principale)

- ✓ Ateliers d assemblage pièces (chaine préfabrication)
- ✓ Ateliers d'injection plastique (chaine préfabrication)
- ✓ Ateliers de fabrication de pièces métalliques (chaine préfabrications)
- ✓ Atelier moussage (chaine principale)
- ✓ Ateliers montage final grand modèle **GM** (chaine principale)
- ✓ Ateliers refondage (chaine de préfabrication)
- ✓ Atelier montage final petit modèle **PM** (chaine principale)
- ✓ Atelier styropors (chaine de préfabrication)
- ✓ Atelier montage final bahut (congélateur horizontaux) (chaine principale)

Il existe deux chaines au niveau de la fabrication (les 11 ateliers) qui sont : la chaine de préfabrication et la chaine principale

Pour mettre en évidence cette organisation, nous représentons dans ce qui suit l'organigramme de l'unité froid :



1-Problématique

1-1- Position du problème

ENIEM est une entreprise qui produit de différents appareils électroménagers, elle a pu construire une image de marque prouvée par sa notoriété reconnue car elle est spécialisée dans la production continue qui est une production en stock en suivant un programme annuel de production qui est tracé par la direction générale.

Les unités de production veillent à la réalisation de la cadence (rythme de travail) fixée pour chaque produit, en suivant le plan de production planifié et le calendrier industriel tracé par les cadres d'ordonnancement pour déterminer les modèles à fabriquer et échéance, ainsi pour planifier des délais en créant des ordres de fabrication et faire des fiches de production.

Dans notre étude, on s'intéresse au département de production de l'unité froid .

1-2 probléme posé

L'ENIEM fabrique plusieurs type de produits dans l'unité froid ,plus d'une dizaines de produits sont écoulés sur le marché .

Dans notre étude nous nous intéressons qu'a 7 type ce choix se justifie par leur forte demande sur le marché(160L ,220F, CF1301, 240L,320L,350S,520L ADE) .
Le travail qui nous a été proposé par les techniciens supérieur, de l'unité froid est de construire un modèle linéaire d'un programme de production en recherche opérationnelle

A partir des contraintes technologiques relatives à la consommation des matières premières, à la main d'œuvre disponible, à l'énergie (eau et électricité)

A ce niveau, nous nous posons les questions suivantes :

- la programmation linéaire permet-elle d'analyser les problèmes qui se posent dans les affaires ? Peut-elle résoudre les problèmes d'ordre pratique ?

-Pour une entreprise industrielle, le but principal est la réalisation du profit. La réalisation de ce profit doit découler d'une meilleure gestion de production. Ici, il y a lieu de se demander :

-Quels produits l'entreprise doit-elle fabriquer, en quelle quantité pour réaliser le profit total le plus élevé ?

-Quel est le programme de production qui maximise le profit ?

Toutes ces questions nous préoccupent dans ce mémoire. En général, le problème à résoudre est, en effet, de mettre en place un plan de production qui maximise le profit.

1-3-Délimitation du problème

Au niveau spatial, nous travaillons sur l'entreprise ENIEM , quant au niveau temporel, notre étude couvre une période allant de 2011-2016, qui est une période pouvant nous donner une idée claire sur l'évolution de la production de l'ENIEM.

La dernière année nous aidera à construire le modèle optimal de production par le calcul des marges unitaires des produit choisis dans notre étude afin de formuler la fonction économique dans le cas de la maximisation.

2- Présentation des produits [9]

Congélateur Bahut
CF 1301
Capacité brute : 360L
Capacité/Congélation : 26Kg / 24heures
Dégivrage : Manuel
Dimensions (mm) : H x P x L :
1209 x 847 x 655
Poids net : 62Kg
Garantie
24
Mois
SAV NATIONAL

Congélateur
220F
Capacité brute : 256L
Capacité/Congélation : 22Kg / 24heures
Dégivrage : Manuel
Dimensions (mm) : H x P x L :
1488 x 748 x 590
Poids net : 70Kg
Garantie
24
Mois

Réfrigérateur 240L
Capacité brute : 240L
Dégivrage : semi-automatique
Dimensions (mm) : H x P x L :
1205 x 640 x 550
Poids net : 48Kg
Garantie
24
Mois
UN SAV NATIONAL

Réfrigérateur 320L
Capacité brute : 320L
Dégivrage : Congélateur : Manuel
Réfrigérateur : Automatique
Dimensions (mm) : H x P x L :
1650 x 748 x 590
Poids net : 71Kg
Garantie 24 Mois
UN SAV NATIONAL

Réfrigérateur
350 S
Une porte : Ouverture à droite
Capacité totale : 320 Litres
Dégivarge : Semi-Automatique
Dimension : H x P x L
1650 x 748 x 590
Poids Net : 65kg
Garantie
24
Mois
UN SAV NATIONAL

Réfrigérateur
520 L ADE
Capacité brute : 522 L
Dégivrage : Réfrigérateur : Automatique
Congélateur : Manuel
Dimensions (mm) : H x P x L :
1715 x 590 x 711
Poids net : 82 Kg
Garantie
24
Mois
UN SAV NATIONAL

3-modélisation du problème :

3-1- modèle pour les produits

$$Max\ Z = C_J\ x_j$$
$$\boldsymbol{x_j \geq 0, j = \overline{1,7}}$$

Avec C_J : marge bénéficiaire pour chaque produit $\boldsymbol{x_j}$

- Sous contraintes :

- des matières premières ;
- de la main d'œuvre ;
- de l'énergie.

On notera :

$\boldsymbol{x_1}$ = **les quantités des réfrigérateur 160L**
$\boldsymbol{x_2}$ = **les quantités des congélateur 220F**
$\boldsymbol{x_3}$ = **les quantités des bahut CF1301**
$\boldsymbol{x_4}$ = **les quantités des réfrigérateur 240L**
$\boldsymbol{x_5}$ = **les quantités des réfrigérateur 320L**
$\boldsymbol{x_6}$ = **les quantités des réfrigérateur 350S**
$\boldsymbol{x_7}$= **les quantités des réfrigérateur 520L ADE**

3-2-Expression du modèle à partir des données statistiques de L'entreprise

a. Fonction objectif

Apres notre visite au sein du département comptabilité analytique nous avous pu avoir les prix de ventes et de reviens par le chef de département finance et comptabilité qu'on a résumé dans le tableau suivant :

	réfrigérateur 160L (PM)	congélateur 220F (PM)	bahut CF1301 (GM)	240L	320L	350S	520L ADE
Prix de reviens	13.606,02	20.149,98	32.481,67	15.123,83	19.149,98	24.242,40	49.242,40
Prix de vente	17.123,83	28.064,06	39.242,40	19.606,06	24354,18	29193	57448
Marge bénéficiaire	3517,81	7914,08	6760,44	4482,23	5204,2	4950,6	8205,6

Chaque type de produit a sa marge bénéficiaire qui est égale à la différence entre le prix de vente et celui de revient (charges).

A partir des données du tableau nous avons :

$$Z_{\mathbf{Max}} = \mathbf{3571,81}\, x_1 + \mathbf{7914,08}\, x_2 + \mathbf{6760,44}\, x_3 + \mathbf{4482,23} x_4 + \mathbf{5204,2} x_5 + \mathbf{4950,6} x_6 + \mathbf{8205,6} x_7$$

b- expression des contraintes

Dans cette partie ,Nous avons 6 contraintes

- la contrainte liée a la consommation des matières premières .

Dans cette partie, nous avons la quantité des matières premières nécessaires qui nous sont communiquées par les dirigeant du service ordonnancement(Unité de froid) . Nous retrouverons la tôle, le plastique , la peinture et les pièces métalliques .

les contraintes se présentent comme suit :

- tôle

il y a trois types de tôles qui rentrant dans la production on distinguera la laf ,la galvanisé et la lac , qui seront réparties comme suit :

	160L (PM)	220F (PM)	CF1301 (GM)	240L	320L	350S	520L ADE
La laf(kg)	8.019	22.84	/	9.04	11	10,56	22.54
La galvanisé(kg)	0.07	2.32	7	0.09	0.8	0.73	0.98
La lac(kg)	0.95	1.93	16,47	0.98	1.7	1.62	2,5
La pré-peinte (kg)	/	/	13,76	/	/	/	/
Aluminium (kg)	0.088	/	1.54	0.095	0.099	0.099	2,01

- plastique
  on distinguera la résine, polystyrène ,ps.na qui seront répartie comme suit :

	160L (PM)	220F (PM)	CF1301 (GM)	240L	320L	350S	520L ADE
La résine	3.52	8.14	/	3.34	3,4	3.66	2.21
Polystyrène	1.40	0.39	0.18	0,12	1,6	2,4	3,26
Ps.na	0.13	0.36	/	0,39	0,43	0,46	2,3

- peinture

	160L (PM)	220F(PM)	CF1301 (GM)	240L	320L	350S	520L ADE
Peinture	0.32	0.88	/	0.53	1,02	0,98	1,51

- pièces métalliques

	160L(PM)	220F (PM)	CF 1301 (GM)	240L	320L	350S	520L ADE
Acier	2,04	2.95	5,51	3.01	4.9	4,83	5.12
Poudre PE	0,12	/	0.15	0.21	0.51	0.47	1,05

On récapitule toutes les matières premières entrantes dans la production dans le tableau suivant en introduisant la disponibilité de ces dernières qui nous sont transmises par le service gestion des stock :

Matières première	**160L (PM)**	**220F (PM)**	**CF1301 (GM)**	**240L**	**320L**	**350S**	**520L ADE**	Disponibilité des matières
Tôle	9,127	27,09	38.77	10.2	13.6	13,09	28,03	463646,09
Plastique	4,78	17,03	0,18	3,85	5,43	6.25	6,77	202667,51
Peinture	0.32	0.88	/	0.53	1,02	0,98	1,51	28351,74
Pièces métalliques	2.16	2,95	5,66	3.22	5.41	5,3	6,17	106544,09

Ainsi, les contraintes se présentent comme suit :

- **Tôle :**

$$9{,}127\,\boldsymbol{x_1} + 27{,}09\,\boldsymbol{x_2} + 38{,}77\,\boldsymbol{x_3} + 10.2\boldsymbol{x_4} + 13.6\boldsymbol{x_5} + 13{,}09\boldsymbol{x_6} + 28{,}03\boldsymbol{x_7} \leq 463646{,}09$$

- **Plastique :**

$$4{,}78\,\boldsymbol{x_1} + 17{,}03\boldsymbol{x_2} + 0{,}18\,\boldsymbol{x_3} + 3.85\boldsymbol{x_4} + 5.43\boldsymbol{x_5} + 6.52\boldsymbol{x_6} + 6.77\boldsymbol{x_7} \leq 202667{,}51$$

- **Peinture :**

$$0{,}32\,\boldsymbol{x_1} + 0{,}88\boldsymbol{x_2} + 0.53\boldsymbol{x_4} + 1{,}02\mathrm{x}_5 + 0{,}98\boldsymbol{x_6} + 1{,}51\boldsymbol{x_7} \leq 28351{,}74$$

- **Pièces métalliques :**

$$2{,}16\,\boldsymbol{x_1} + 2{,}95\boldsymbol{x_2} + 5{,}66\,\boldsymbol{x_3} + 3.22\boldsymbol{x_4} + 5.41\boldsymbol{x_5} + 5{,}3\boldsymbol{x_6} + 6{,}17\boldsymbol{x_7} \leq 106544{,}09$$

On a pu présenter les deux dernières contraintes qui sont lié à la consommation d'énergie, et à la main d'œuvre avec les données qu'on a pu avoir au sein du département comptabilité analytique :

- ❖ la contrainte liées à la consommation d'énergie

Dans cette catégorie, la consommation d'énergie concerne eau ,gaz et électricité en procédant de la même façon comme ci-dessus :

$$142{,}81\,\boldsymbol{x_1} + 130{,}48\boldsymbol{x_2} + 175{,}44\,\boldsymbol{x_3} + \boldsymbol{151.3x_4} + \boldsymbol{163{,}45x_5} + \boldsymbol{161.45x_6} + \boldsymbol{180.6x_7} \leq 3888378{,}49$$

Cette contrainte est liée à la somme allouée à l'énergie pour produire $\boldsymbol{x_j \geq 0, j = \overline{1,7}}$ Et le second membre représente les ressources annuelles disponibles allouées à la consommation d'énergie pour produire $\boldsymbol{x_j \geq 0, j = \overline{1,7}}$ (160L ,220F, CF1301, 240L,320L,350S,520L ADE).

- la contrainte liée à la main d'œuvre.

$$\boldsymbol{3552,56\, x_1} + 2698{,}04\, \boldsymbol{x_2} + 4499{,}49\ \boldsymbol{x_3} + \boldsymbol{3847.12 x_4} + \boldsymbol{3379.21 x_5} + \boldsymbol{2947.09 x_6} + \boldsymbol{4900,6 x_7} \leq 81232678{,}20$$

Cette contrainte est liée à la somme allouée à la main d'œuvre pour produire les $\boldsymbol{x_j \geq 0, j = \overline{1,7}}$ Et le second membre représente les ressources annuelles disponibles allouées à la consommation de la main d'œuvre pour produire (160L ,220F, CF1301, 240L,320L,350S,520L ADE).

On présentera donc notre modèle comme suit :

$$\boldsymbol{Z_{Max} = 3571,81\, x_1 + 7914,08\, x_2 + 6760,44\, x_3 + 4482,23 x_4 + 5204,2 x_5 + 4950,6 x_6 + 8205,6 x_7}$$

$$9{,}127\, \boldsymbol{x_1} + 27{,}09\, \boldsymbol{x_2} + 38{,}77\ \boldsymbol{x_3} + 10.2 \boldsymbol{x_4} + 13.6 \boldsymbol{x_5} + 13{,}09 \boldsymbol{x_6} + 28{,}03 \boldsymbol{x_7} \leq 463646{,}09$$

$$4{,}78\, \boldsymbol{x_1} + 17{,}03 \boldsymbol{x_2} + 0{,}18\ \boldsymbol{x_3} + 3.85 \boldsymbol{x_4} + 5.43 \boldsymbol{x_5} + 6.25 \boldsymbol{x_6} + 6.77 \boldsymbol{x_7} \leq 202667{,}51$$

$$0{,}32\, \boldsymbol{x_1} + 0{,}88 \boldsymbol{x_2} + 0.53 \boldsymbol{x_4} + 1{,}02 x_5 + 0{,}98 \boldsymbol{x_6} + 1{,}51 \boldsymbol{x_7} \leq 28351{,}74$$

$$2{,}16\, \boldsymbol{x_1} + 2{,}95 \boldsymbol{x_2} + 5{,}66\ \boldsymbol{x_3} + 3.22 \boldsymbol{x_4} + 5.41 \boldsymbol{x_5} + 5{,}3 \boldsymbol{x_6} + 6{,}17 \boldsymbol{x_7} \leq 106544{,}09$$

$$142{,}81\, \boldsymbol{x_1} + 130{,}48 \boldsymbol{x_2} + 175{,}44\, \boldsymbol{x_3} + \boldsymbol{151.3 x_4} + \boldsymbol{163,45 x_5} + \boldsymbol{161.45 x_6} + \boldsymbol{180.6 x_7} \leq 35888378{,}49$$

$$\boldsymbol{3552,56\, x_1} + 2698{,}04\, \boldsymbol{x_2} + 4499{,}49\ \boldsymbol{x_3} + \boldsymbol{3847.12 x_4} + \boldsymbol{3379.21 x_5} + \boldsymbol{2947.09 x_6} + \boldsymbol{4900,6 x_7} \leq 81232678{,}20$$

$$\boldsymbol{x_j \geq 0, j = \overline{1,7}}$$

1-**Introduction**

Lors de la réalisation de cette étude, nous étions amenés à appliques les tests pratiques sur site à travers un logiciel dans le but d'appliquer les méthodes de résolutions choisis au problème posé.
En effet il serait absurde d'essayer de trouver une solution au problème posé sans l'aide d'une machine, étant donné la complexité du problème et la méthode utilisée.
Notre application est faite avec l'environnement de développement
On a pu résoudre notre problème avec un logiciel en ligne nommé **PHSPSimplexe**.

2-Présentation du logiciel

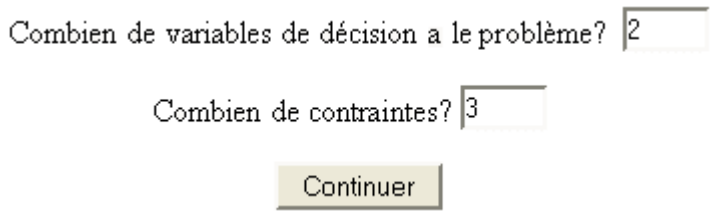
PHPSimplex résous des problèmes d'optimisation linéaire en utilisant la méthode Simplexe, la méthode des Deux Phases et la méthode Graphique. Il n'a pas de contraintes sur le nombre de variables ni sur les contraintes du problème traité.

Cet outil a été réalisé pour aider les étudiants dans leur apprentissage puisqu'il ne fournit que les résultats et les itérations de la méthode adoptée au fil du déroulement du processus. Il peut même offrir la solution optimale directement pour un usage professionnel. De ses avantages, il n'est pas indispensable d'utiliser une langue particulière pour énoncer le problème, qu'il s'agit d'une interface conviviale pour l'utilisateur, d'utilisation facile et intuitive, et il n'est pas indispensable d'installer quoi que ce soit comme logiciel pour l'utiliser. Il est disponible en de différentes langues.

2-Guide d'usage du logiciel

une fois que vous aviez modélisé le problème, c'est-à-dire, vous aviez identifié la fonction objective à maximiser/minimiser avec ses restrictions, vous pouvez être sûr que le travail plus difficile est fini. Laissez maintenant que **PHPSimplex** travaille pour vous!

Imaginons que le problème modélisé est le même que celui de l'exemple résolu par la méthode du Simplexe. Ce problème a 2 variables basics ou de décision et 3 contraintes. Donc il ne faut qu'indiquer ces données, comme on peut voir dans la capture d'écran suivant:



Cliquer sur le bouton "Continuer".

On doit introduire le reste de données pour que **PHPSimplex** soit capable de résoudre le problème. Face à la question, "Quel est le but de la fonction?" vous devriez sélectionner du menu dépliant si vous souhaitez Maximiser ou Minimiser. Dans cet exemple le choix approprié c'est "Maximiser". Remplissez correctement tous les cases de

"Fonction" avec les coefficients appropriés pour chaque variable de décision, pour cet exemple, 3 et 2. Réalisez le même dans les cases des contraintes, en faisant attention avec le type d'inéquation car vous pouvez sélectionner du menu dépliant "≥", "≤" ou "=".

PHPSimplex dispose d'un control d'erreurs sur l'insertion de donnés, c'est-à-dire, il vérifie qu'on introduit des numéros. Dans le cas d'avoir une case vide la valeur serait zéro. Vous ne devez pas vous inquiéter pour restreindre les valeurs négatives car **PHPSimplex** le fera tout seul.

3 -Application du programme

On va resoudre le probleme ci-dessus à l aide de PHPsimplex

$$\boldsymbol{Z_{Max} = 3571,81\,x_1 + 7914,08\,x_2 + 6760,44\,x_3 + 4482,23x_4 + 5204,2x_5 + 4950,6x_6 + 8205,6x_7}$$

$$9{,}127\,\boldsymbol{x_1} + 27{,}09\,\boldsymbol{x_2} + 38{,}77\,\boldsymbol{x_3} + 10.2\boldsymbol{x_4} + 13.6\boldsymbol{x_5} + 13{,}09\boldsymbol{x_6} + 28{,}03\boldsymbol{x_7} \leq 463646{,}09$$

$$4{,}78\,\boldsymbol{x_1} + 17{,}03\boldsymbol{x_2} + 0{,}18\,\boldsymbol{x_3} + 3.85\boldsymbol{x_4} + 5.43\boldsymbol{x_5} + 6.25\boldsymbol{x_6} + 6.77\boldsymbol{x_7} \leq 202667{,}51$$

$$0{,}32\,\boldsymbol{x_1} + 0{,}88\boldsymbol{x_2} + 0.53\boldsymbol{x_4} + 1{,}02x_5 + 0{,}98\boldsymbol{x_6} + 1{,}51\boldsymbol{x_7} \leq 28351{,}74$$

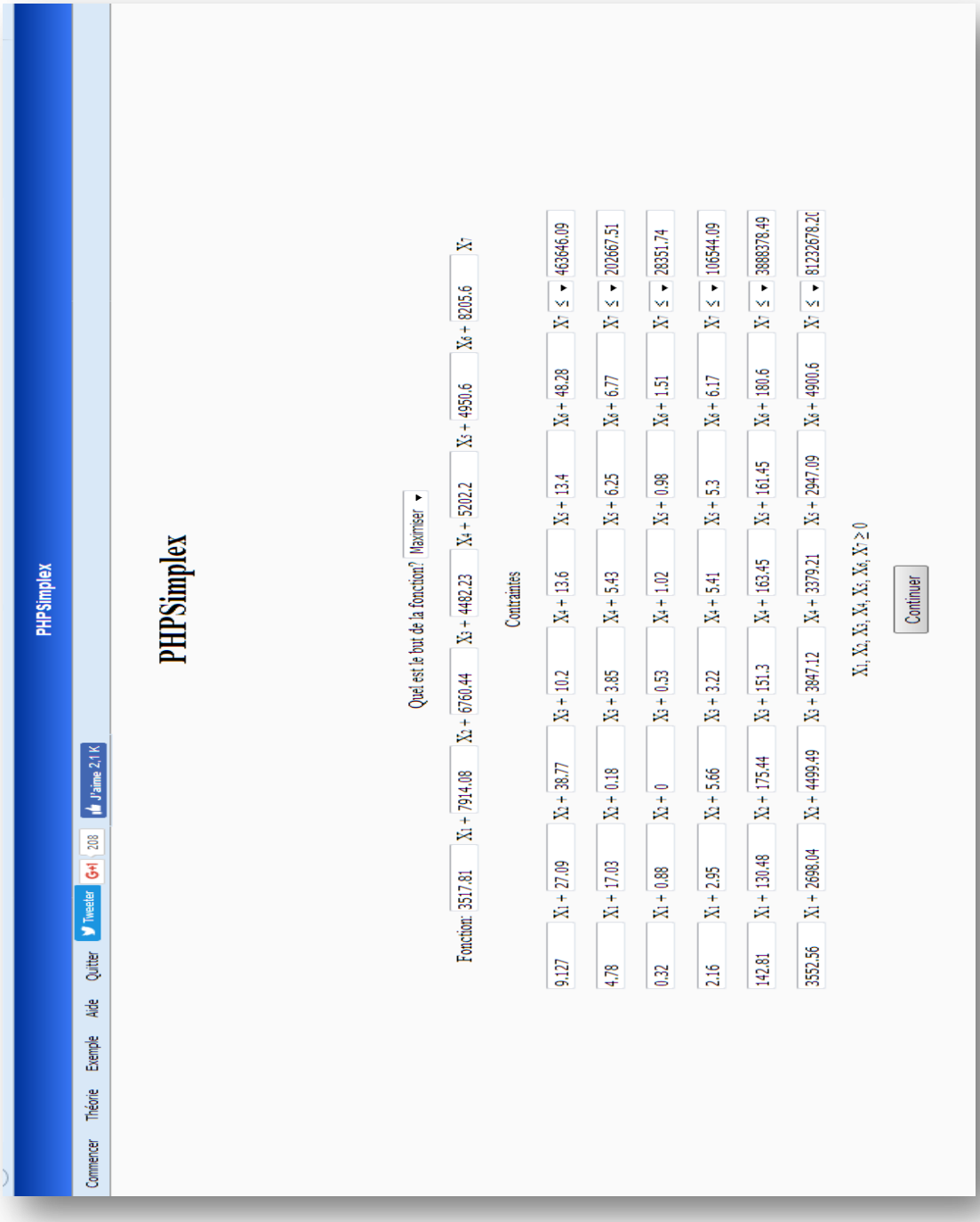
$$2{,}16\,\boldsymbol{x_1} + 2{,}95\boldsymbol{x_2} + 5{,}66\,\boldsymbol{x_3} + 3.22\boldsymbol{x_4} + 5.41\boldsymbol{x_5} + 5{,}3\boldsymbol{x_6} + 6{,}17\boldsymbol{x_7} \leq 106544{,}09$$

$$142{,}81\,\boldsymbol{x_1} + 130{,}48\boldsymbol{x_2} + 175{,}44\,\boldsymbol{x_3} + \boldsymbol{151.3x_4} + \boldsymbol{163,45x_5} + \boldsymbol{161.45x_6} + \boldsymbol{180.6x_7} \leq 35888378{,}49$$

$$\boldsymbol{3552,56\,x_1} + 2698{,}04\,\boldsymbol{x_2} + 4499{,}49\,\boldsymbol{x_3} + \boldsymbol{3847.12x_4} + \boldsymbol{3379.21x_5} + \boldsymbol{2947.09x_6} + \boldsymbol{4900,6x_7} \leq 81232678{,}20$$

$$\boldsymbol{x_j \geq 0, j = \overline{1,7}}$$

En introduisons le modèle linéaire dans le logiciel en ligne ,il affiche les résultats suivant :

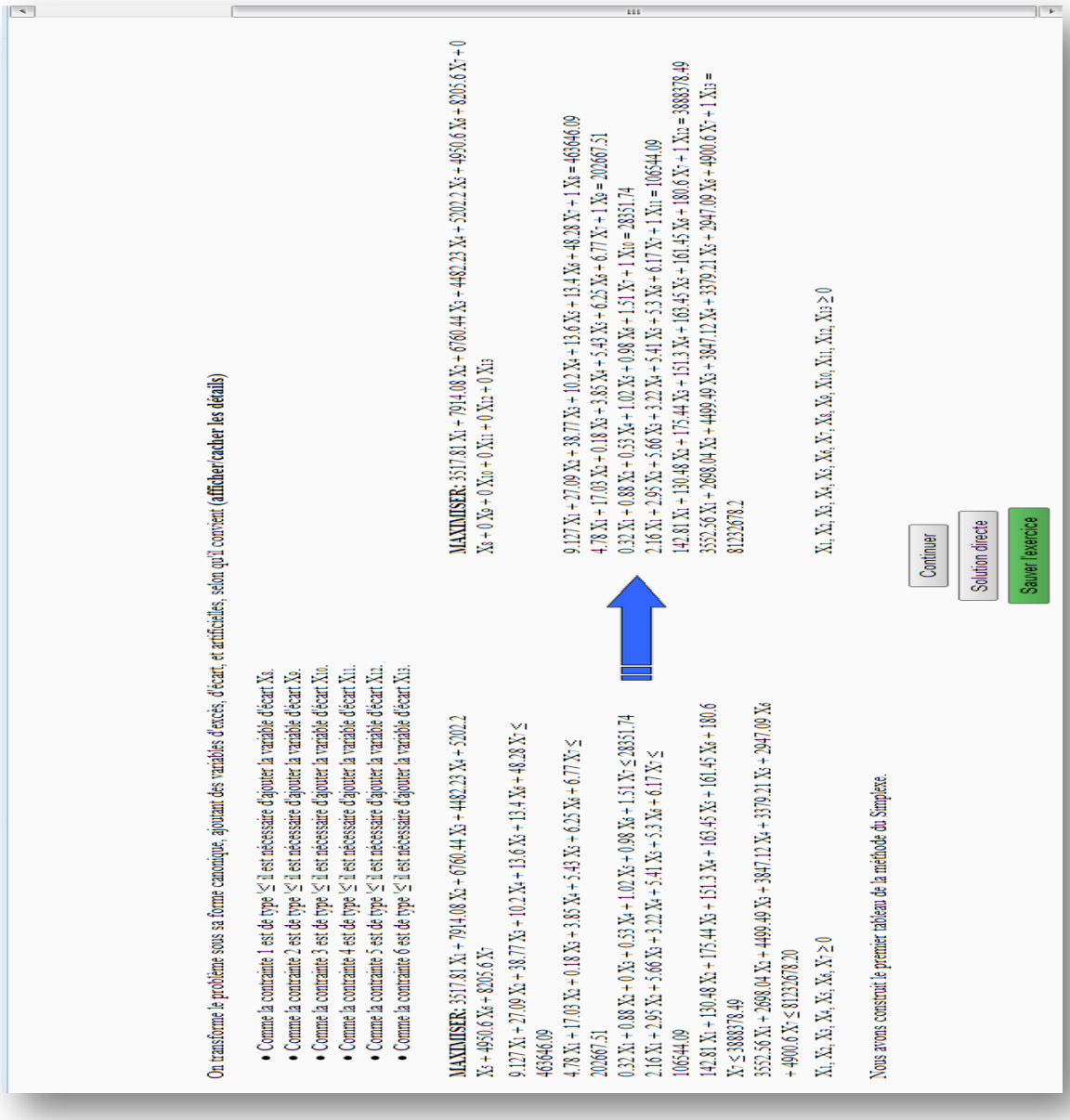


Nous cliquons sur l'icône **Continuer** pour afficher la forme standards de notre modèle mathématique

- **Transformation sous forme standards :**

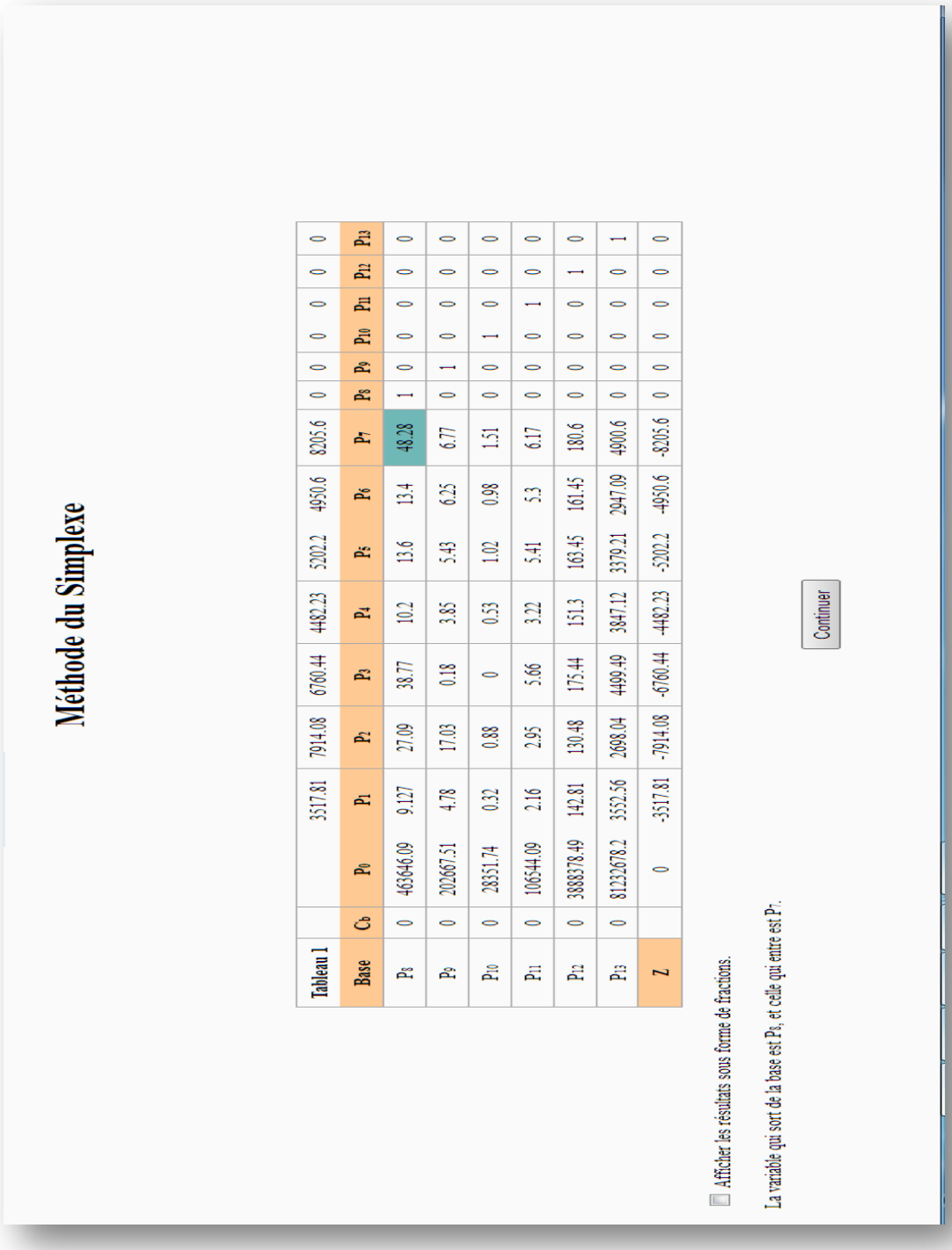
❖ Le résultat obtenu par ce programme est :

La transformation du programme linéaire sous forme standard (en introduisant les égalités dans les inéquations) avec les variables d'écarts. Les variables d'écarts sont introduites avec signes positifs pour les contraintes du type ; avec signes négatifs pour les contraintes du type =. Ainsi, pour notre modèle, nous avons :



En cliquant sur "Continuer", PHPSimplex montrera chaque itération de la méthode qui exécute L'élément marqué en vert, c'est l'élément pivot du tableau.

1er itération :



cliquer une nouvelle fois sur "Continuer" pour commencer la prochaine itération et générer le suivant tableau jusqu'à ce que la méthode soit finit.

2éme itération :

Opérations intermédiaires (**afficher/cacher les détails**)

Tableau 2			351781 / 100	197852 / 25	169011 / 25	448223 / 100	26011 / 5	24753 / 5	41028 / 5	0	0	0	0	0	0
Base	C_b	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}
P_7	41028 / 5	46364609 / 4828	9127 / 48280	2709 / 4828	3877 / 4828	15 / 71	20 / 71	335 / 1207	1	25 / 1207	0	0	0	0	0
P_9	0	1413011556 / 10265	3012747 / 860741	6388091 / 482800	-101513 / 19312	859 / 355	25013 / 7100	26379 / 6035	0	-677 / 4828	1	0	0	0	0
P_{10}	0	229507683 / 16570	166783 / 4828000	3161 / 96560	-585427 / 482800	749 / 3550	2111 / 3550	67701 / 120700	0	-151 / 4828	0	1	0	0	0
P_{11}	0	708337879 / 14978	4797121 / 4828000	-247193 / 482800	340539 / 482800	13607 / 7100	26071 / 7100	86603 / 24140	0	-617 / 4828	0	0	1	0	0
P_{12}	0	24275885571 / 1127	26232653 / 241400	3517801 / 120700	3670953 / 120700	80333 / 710	159859 / 1420	2687383 / 24140	0	-4515 / 1207	0	0	0	1	0
P_{13}	0	46916606536 / 1373	186542281 / 71033	-6239707 / 120700	17024447 / 30175	4990913 / 1775	14191191 / 7100	176986662 / 111527	0	-122515 / 1207	0	0	0	0	1
Z		17730141469 / 225	-237368389 / 120700	-899876299 / 30175	-5164332 / 30175	-19515433 / 7100	-1026221 / 355	-16132491 / 6035	0	205140 / 1207	0	0	0	0	0

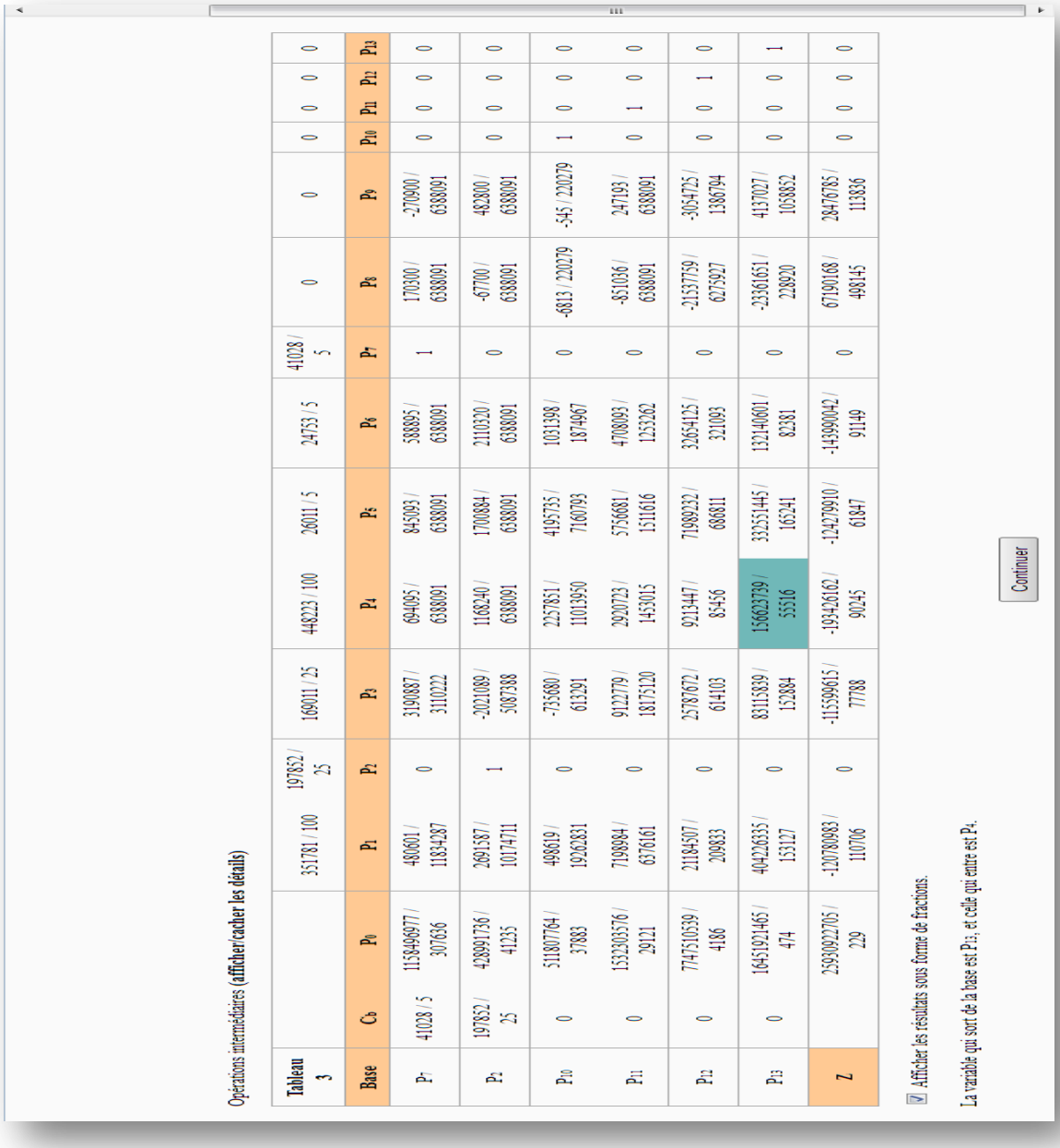
Afficher les résultats sous forme de fractions.

La variable qui sort de la base est P_9, et celle qui entre est P_2.

Continuer

Nous cliquons sur l'icône **Continuer**

3éme itération :



Opérations intermédiaires (afficher/cacher les détails)

Tableau 3			351781 / 100	197832 / 25	1689011 / 25	448223 / 100	26011 / 5	24733 / 5	41028 / 5	0	0	0	0	0
Base	C_b	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}
P_7	41028 / 5	1158496977 / 3076336	480601 / 11834287	0	3190887 / 31110222	694095 / 6388091	845093 / 6388091	588895 / 6388091	1	1703001 / 6388091	-2709001 / 6388091	0	0	0	0
P_2	197832 / 25	428991736 / 41235	2691587 / 10174711	1	-20211089 / 5087388	1168240 / 6388091	1700884 / 6388091	2110320 / 6388091	0	-67700 / 6388091	482800 / 6388091	0	0	0	0
P_{10}	0	511807764 / 37883	498619 / 19262831	0	-735680 / 613291	2257851 / 11013950	4195735 / 7160793	1031398 / 1874967	0	-6813 / 220279	-545 / 220279	1	0	0	0
P_{11}	0	1532303576 / 29121	7198984 / 6376161	0	9122779 / 18175120	2920723 / 1453015	5756681 / 1511616	4708093 / 1253262	0	-8531036 / 6388091	247193 / 6388091	0	1	0	0
P_{12}	0	7747510539 / 4186	21184507 / 209833	0	25787672 / 6114103	9213447 / 85456	71989232 / 686811	32654125 / 321093	0	-21537759 / 6275927	-3054725 / 1386794	0	0	1	0
P_{13}	0	16451921465 / 474	4042226335 / 153127	0	83115839 / 152884	156023739 / 55316	333551445 / 165241	132140601 / 82381	0	-23361651 / 228920	4137027 / 1053852	0	0	0	1
Z		25930922705 / 229	-1207809883 / 110706	0	-1155906615 / 77788	-193426162 / 90245	-124279910 / 61847	-143990042 / 91149	0	67190168 / 498145	28476785 / 113836	0	0	0	0

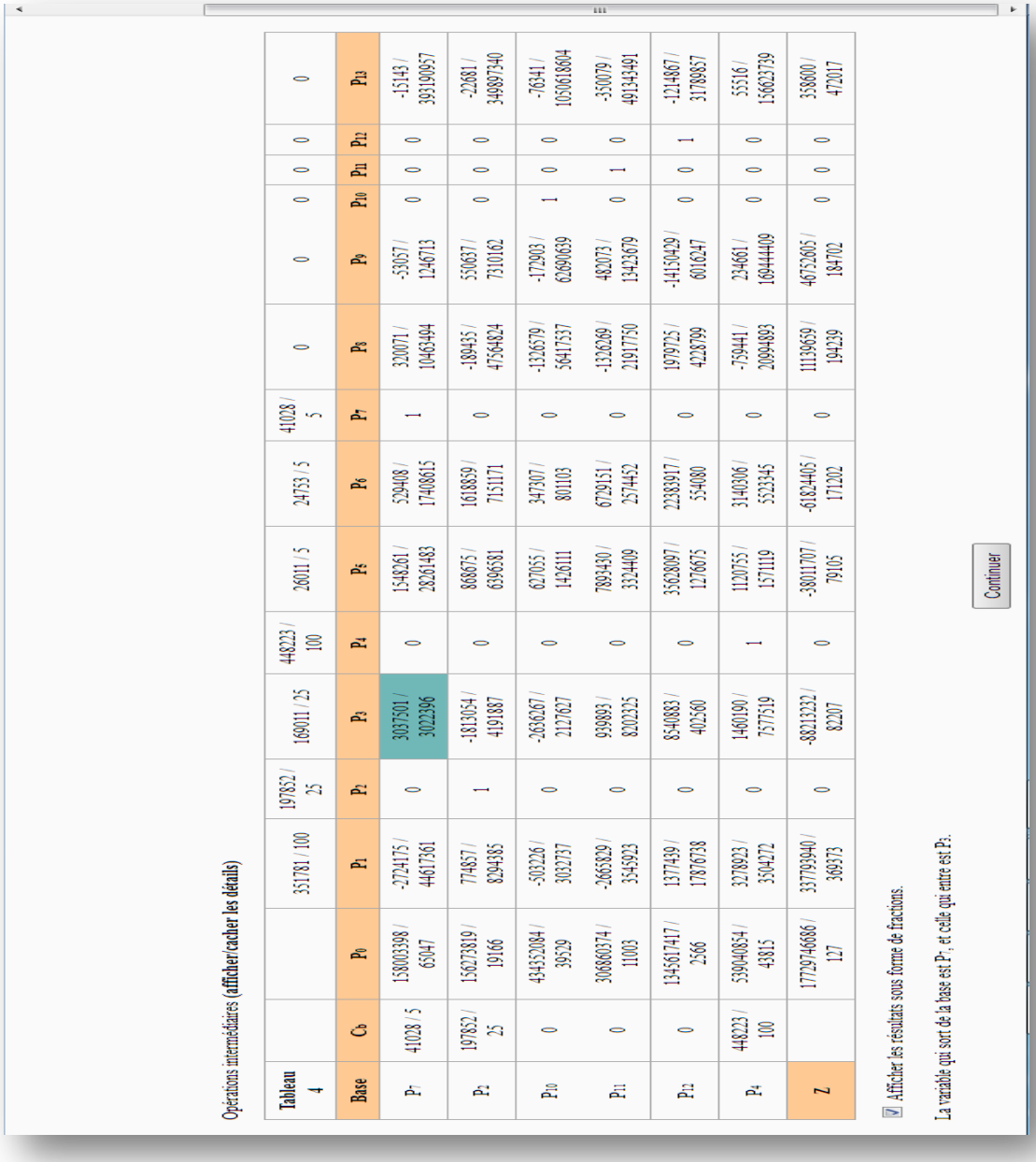
Continuer

Afficher les résultats sous forme de fractions.

La variable qui sort de la base est P_{13}, et celle qui entre est P_4.

Nous cliquons sur l'icône **Continuer**

4éme itération :



Opérations intermédiaires (afficher/cacher les détails)

Tableau 4			351781 / 100	197852 / 25	169011 / 25	448223 / 100	26011 / 5	24753 / 5	41028 / 5	0	0	0	0	0
Base	C_B	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}
P_7	41028 / 5	1580033398 / 65947	-2724175 / 44617361	0	30037501 / 30022396	0	1548261 / 28261483	529408 / 17408615	1	320071 / 10463494	-53057 / 1246713	0	0	0	-15143 / 393190957
P_2	197852 / 25	1562738819 / 19166	774857 / 8294385	1	-18130654 / 4191887	0	868675 / 6396581	1618859 / 7151171	0	-189435 / 47564824	550637 / 7310162	0	0	0	-22681 / 349897340
P_{10}	0	434532084 / 39529	-503226 / 3032737	0	-2636267 / 2127627	0	627055 / 1426111	347307 / 801103	0	-1326579 / 56417537	-172903 / 62690659	1	0	0	-76541 / 1059018604
P_{11}	0	306860374 / 11003	-2665829 / 3545923	0	939893 / 8202325	0	7893430 / 3324409	6729151 / 2574452	0	-1326269 / 21917750	482073 / 13423679	0	1	0	-350079 / 491343491
P_{12}	0	1345617417 / 2566	1377439 / 17876738	0	8540883 / 402560	0	35028097 / 1276675	22383917 / 534080	0	1979725 / 4228799	-14150429 / 6016247	0	0	1	-1214867 / 31789857
P_4	448223 / 100	539040854 / 43815	3278923 / 3504272	0	1460190 / 7577519	1	1120755 / 1571119	31403006 / 5223345	0	-759441 / 20994803	234681 / 1694444409	0	0	0	55516 / 156823739
Z		17729746886 / 127	337793940 / 369373	0	-882133232 / 82207	0	-38011707 / 79105	-61824405 / 171202	0	111139659 / 194239	467532605 / 184702	0	0	0	358600 / 472017

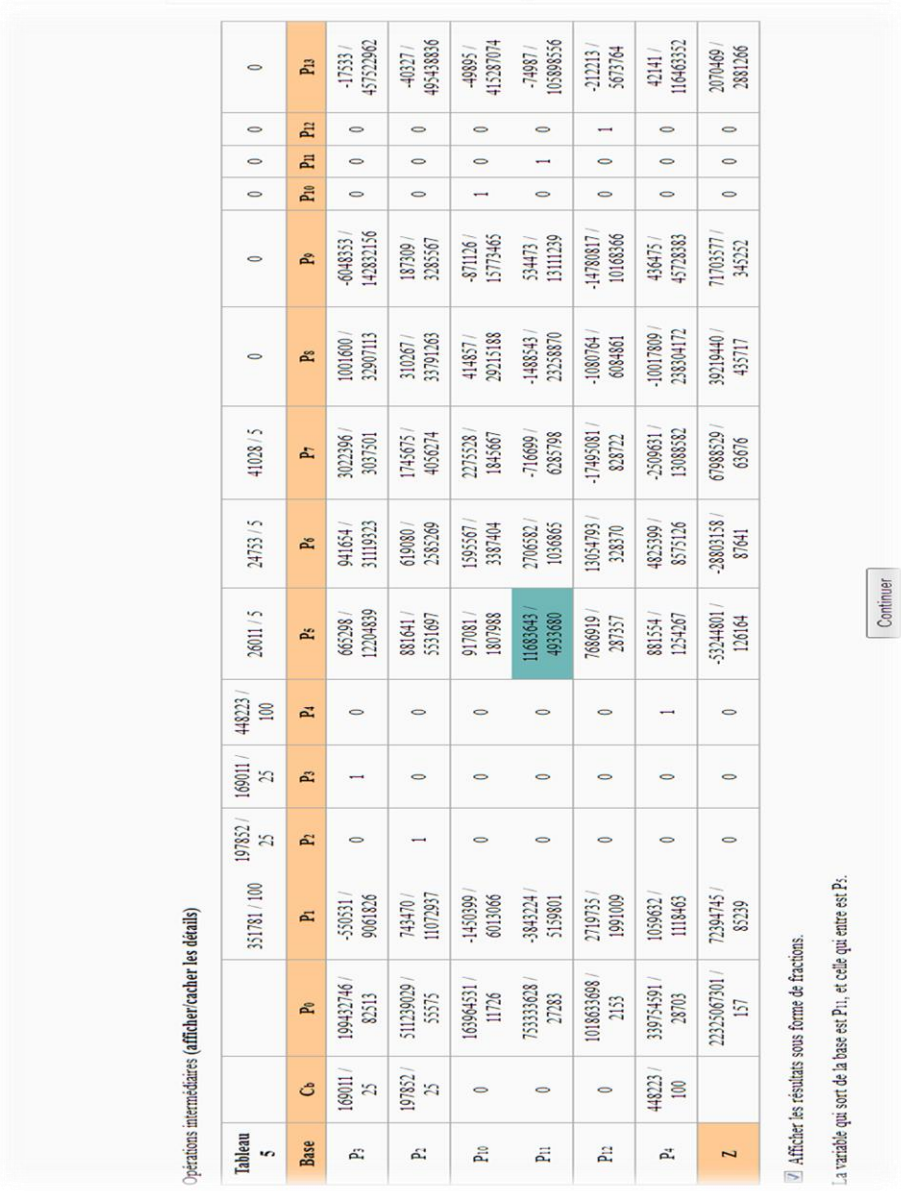
Afficher les résultats sous forme de fractions.

La variable qui sort de la base est P_7, et celle qui entre est P_3.

Continuer

Nous cliquons sur l'icône **Continuer**

5éme itération :



Opérations intermédiaires (afficher/cacher les détails)

Tableau 5			351781 / 100	197852 / 25	169011 / 25	448223 / 100	26011 / 5	24753 / 5	41028 / 5	0	0	0	0	0	0
Base	C_b	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}
P_3	169011 / 25	199432746 / 82513	-550331 / 90061826	0	1	0	662308 / 12204839	941654 / 31119323	3022396 / 3037501	1001600 / 32907113	-6048333 / 142832156	0	0	0	-17533 / 457522962
P_2	197852 / 25	5112390029 / 55575	743470 / 11072937	1	0	0	881641 / 5531697	619080 / 2582269	1745675 / 4056274	3102267 / 33791263	187309 / 3285567	0	0	0	-40327 / 495438836
P_{10}	0	163964531 / 11726	-1450399 / 6013066	0	0	0	917081 / 1807988	1595567 / 3387404	2275528 / 1845667	414857 / 29215188	-871126 / 15773465	1	0	0	-49895 / 415287074
P_{11}	0	7533333628 / 27283	-3843224 / 5159801	0	0	0	11683643 / 4933680	2706582 / 1036865	-716699 / 6285798	-1488543 / 23258870	534473 / 13111239	0	1	0	-74987 / 105898536
P_{12}	0	1018633698 / 2153	2719735 / 1991009	0	0	0	7686919 / 287357	13054793 / 328370	-17495081 / 828722	-1080764 / 6084861	-14780817 / 10168366	0	0	1	-212213 / 5673764
P_4	448223 / 100	339754591 / 28703	1059632 / 1118463	0	0	1	881554 / 1254267	4825399 / 8575126	-2509631 / 13088582	-10017809 / 238304172	436475 / 45728383	0	0	0	42141 / 116463352
Z		2232506730 1 / 157	7239474 5 / 83239	0	0	0	-53244801 / 126164	-28803158 / 87641	67988529 / 63676	3921944 0 / 435717	71703577 / 345252	0	0	0	20704469 / 2881266

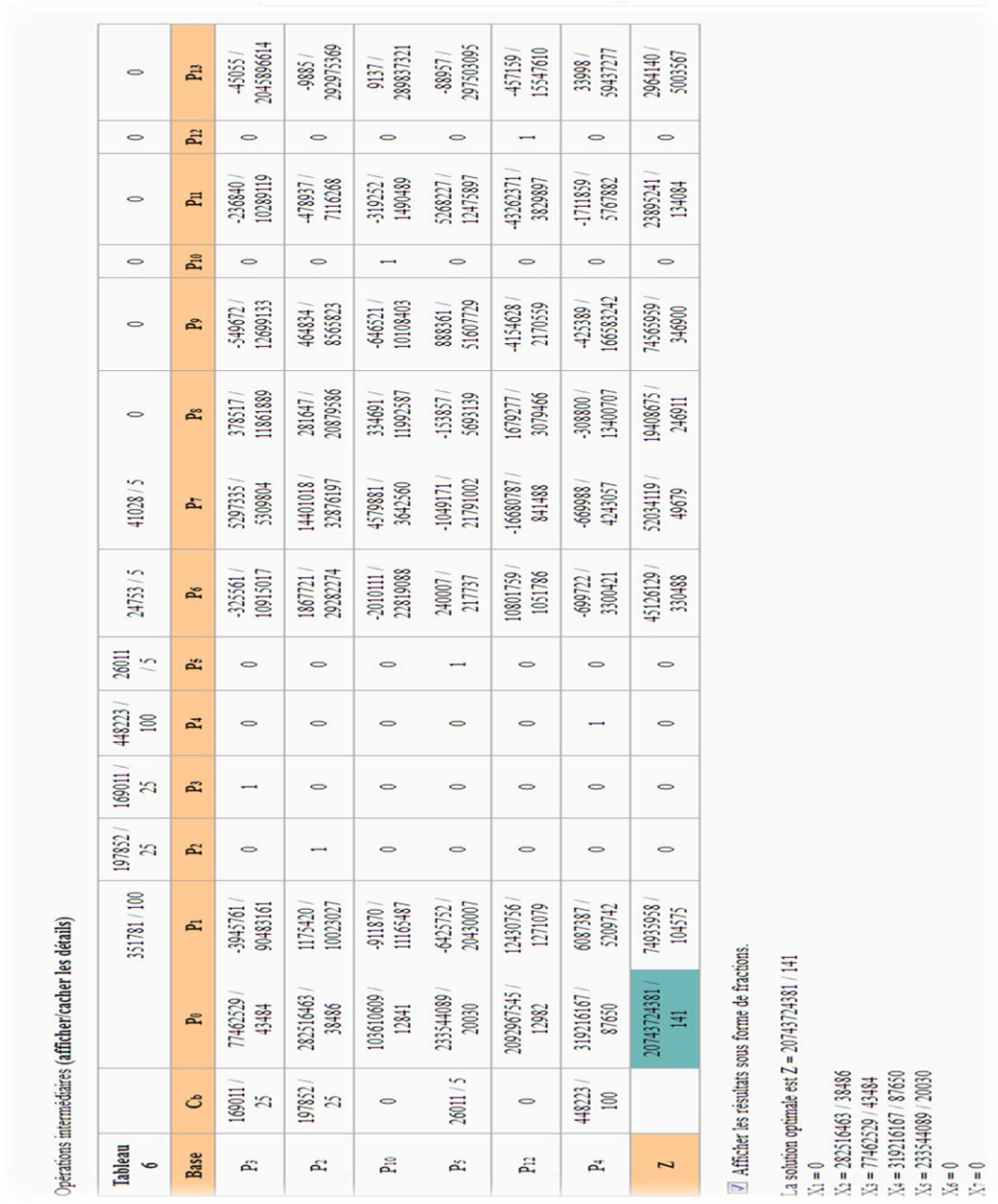
Afficher les résultats sous forme de fractions.

La variable qui sort de la base est P_{11}, et celle qui entre est P_5.

Continuer

Nous cliquons sur l'icône **Continuer**

6éme itération :



Opérations intermédiaires (afficher/cacher les détails)

Tableau 6			351781 / 100	197852 / 25	169011 / 25	448223 / 100	26011 / 5	24753 / 5	41028 / 5	0	0	0	0	0	0
Base	C_B	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}
P_3	169011 / 25	77462529 / 43484	-3945761 / 90483161	0	1	0	0	-325561 / 10915017	5297335 / 5309804	378517 / 11861889	-549672 / 12699133	0	-236840 / 10289119	0	-45055 / 2045896614
P_2	197852 / 25	282516463 / 38486	1175420 / 10023027	1	0	0	0	1867721 / 29282274	14401018 / 32876197	281647 / 20879586	464834 / 8565823	0	-478937 / 7116268	0	-9885 / 292975369
P_{10}	0	103610609 / 12841	-911870 / 11165487	0	0	0	0	-2010111 / 22819088	4579881 / 3642560	334691 / 11892587	-646521 / 10108403	1	-319252 / 1490489	0	9137 / 289837321
P_5	26011 / 5	233544089 / 20030	-6425752 / 20430007	0	0	0	1	2400007 / 217737	-1049171 / 21791002	-153857 / 5693139	888361 / 51607729	0	5268227 / 12475897	0	-88957 / 2975030095
P_{12}	0	2092967545 / 12982	12430756 / 1271079	0	0	0	0	10801759 / 1051786	-16680787 / 841488	1679277 / 3079466	-4154628 / 2170539	0	-43262371 / 3829897	1	-457159 / 15547610
P_4	448223 / 100	319216167 / 87650	6087387 / 5209742	0	0	1	0	-699722 / 3300421	-669988 / 4243057	-308800 / 13400707	-425389 / 166583242	0	-1711859 / 5767882	0	33998 / 59437277
Z		207437243811 / 141	74935958 / 104575	0	0	0	0	45126129 / 330488	52034119 / 49679	19408675 / 246911	74565959 / 346900	0	23895241 / 134084	0	2964140 / 5003567

Afficher les résultats sous forme de fractions.

La solution optimale est Z = 207437243811 / 141

X1 = 0

X2 = 282516463 / 38486

X3 = 77462529 / 43484

X4 = 319216167 / 87650

X5 = 233544089 / 20030

X6 = 0

X7 = 0

Interprétation des résultats

Le bénéfice optimale Z du problème est atteint pour la production suivante :

La solution de base est : $\bar{x} = (\mathbf{0}; \mathbf{740.96}; \mathbf{1781.4}; \mathbf{3641.94}; \mathbf{11659.71}; \mathbf{0}; \mathbf{0}) \approx (\mathbf{0}; \mathbf{741}; \mathbf{1781}; \mathbf{3642}; \mathbf{11660}; \mathbf{0}; \mathbf{0})$

Comme tout les $\Delta_j \geq 0 \ \forall \ j \in \overline{J_H}$ l'algorithme s'arréte et la solution optimale est $Z \approx 147\,689\,930.6$

5-Comparaison du modèle à celui de L'ENIEM

***Réalisation de l'ENIEM**

produits / Années	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	**Bénifice Annuel**
2011	**2500**	**/**	**1900**	**12640**	**6800**	**1520**	**/**	**115 123 824.2**
2012	**1900**	**650**	**/**	**15000**	**8500**	**/**	**1400**	**114 614 946**
2013	**1250**	**700**	**950**	**6070**	**10000**	**5200**	**700**	**127 095 712.6**
2014	**1700**	**647**	**2200**	**12000**	**8000**	**1000**	**/**	**126 344 614.8**
2015	**/**	**1000**	**1400**	**7800**	**12500**	**/**	**1000**	**125 598 190**
Marge bénéficiaire des produits	3517,81	7914,08	6760,44	4482,23	5204,2	4950,6	8205,6	

Partant de ces chiffres, il sied de faire remarquer que notre modèle de production devient plus rentable et plus efficace que le modèle appliqué par l'ENIEM.

6-Conclusion

Notre modèle de production pourrait conduire à d'autres investissements d'extension, comme l'implantation d'autres lignes de production pour essayer de satisfaire le marché par la diversification des produits en augmentant les quantités produites d'une part et d'autre part essayer de mettre fin au temps de changement de série, de diminuer le temps de la non utilisation par des équipements nouveaux (réduction sensible de la réparation) mais aussi sur le plan social essayer de lutter contre le chômage car la mise en application de notre modèle permettra d'embaucher d'autres gens qui viendrons travailler dans les différentes lignes de production.

Conclusion générale

Notre travail avait pour thème : «la gestion de la production dans une entreprise Industrielle : cas d'application « ENIEM unité froid ». Le but poursuivi était de montrer comment l'entreprise peut produire à l'optimum compte tenu des contraintes auxquelles elle est confrontée.

Au premier chapitre, nous avons vu que la production constitue la source de survie d'une entreprise. Elle vise l'obtention des produits prêts à être écoulés sur le marché. Elle est donc la fonction principale d'une entreprise industrielle ; raison pour laquelle nous avons analysé les problèmes liés à l'obtention du produit et avons présenté brièvement les différentes définitions et facteurs élémentaires concernant la production .

Le deuxième chapitre fait le point de la littérature sur la programmation linéaire et sur son aspect mathématique. Cela se lit à travers les définitions, la présentation, et la méthode de résolution du programme linéaire que nous avons exposées.

Le troisième chapitre présente l'entreprise « l'ENIEM » et son unité de froid
le quatrième chapitre a traité l'élaboration d'un modèle optimal de production, nous avons montrer comment l'application d'un modèle optimal peut conduire à des marges bénéficiaires élevées .

Ce dernier chapitre donne l interprétation des résultats.

Dans ce mémoire nous avons étudié un cas pratique de la planification optimale de la production en utilisant la programmation linéaire à travers la méthode du simplexe qui s'avère très efficace .

Dans le cadre de l'étude du cas pratique, il n'a pas été possible d'identifier toutes les contraintes auxquelles une entreprise est confrontée pour la bonne raison qu'il y a des facteurs qualitatifs.

L'objectif principal était de montrer comment, en utilisant la programmation linéaire, on peut élaborer un plan optimal de production.

En guise de recommandations, les dirigeants de l'entreprise devraient s'éloigner du hasard par le biais de l'analyse opérationnelle et prendre des décisions à base des résultats quantifiables obtenus sur base des techniques scientifiques. Pour aboutir à de meilleures décisions à temps, les gestionnaires devraient appliquer le modèle optimale de production .

Enfin nous pensons avoir ouvert une piste et encourageons les futurs chercheurs qui voudraient bien approfondir ce sujet. Ceci n'est donc qu'une brèche pour des études ultérieures.

Bibliographie

[1] BOYER, L. ET ALII. : Précis d'organisation et de gestion de la production, Les éditions d'organisation,paris 1986,p26.

[2] Mohamed Aidene & Brahim Oukacha, Livre Recherche operationnelle ,La programmation linéaire ,édition page bleues,2005

[3] VUNINGOMA, D. : Cours de principe de Management, BACC II Economie, ULK, Kigali, 1999- 2000,

[4]Mémoire de fin d'étude optimisation d'une chaine de production ordonnancement cas :unité froid ENIEM (département froid)

[5] Mémoire de fin d'étude optimisation de la production cas l'entreprise NOUARA

[6] fsjes.usmba.ac.ma/cours/bennis/GOP-La-production-dans-son-Environnemnt.pdf

[7] http://hatem.masri.tripod.com/RO/indexhtml.htm

[8] http://perso.mines-albi.fr/~fontanil/THESE/5_Partie1_p13_43.pdf

[9] http://www.eniem.com.dz//

[10] https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1352

[11] http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Gestion-production/Role-organisation-gp.htm

[12] http://www.memoireonline.com/12/07/820/programmation-lineaire-outil-efficace-planification-optimale-production-briqueterie-ruliba.html

[13] http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=6353