



International Journal of African Sciences
— IJAS —

DOI

10.58610/IJAS.2711

ISBN

978-2-38489-043-9

EAN

9782384890439

INTERNATIONAL JOURNAL OF AFRICAN SCIENCES

REVUE INTERNATIONALE DES SCIENCES AFRICAINES

Vol. 01 No. 02, Nov. 2023



EDITIONS
LUMUMBA

A New Momentum for African Publishing



International Journal of African Sciences

— IJAS —

Revue Internationale Des Sciences Africaines

Published by Editions Lumumba



A New Momentum for African Publishing



International Journal of African Sciences

— IJAS —

« Elaboration d'une politique optimale de production dans une entreprise industrielle. Cas de Chemical of Africa (Chemaf) »

[Development of an optimal production policy in an industrial enterprise. Case study of Chemical of Africa (Chemaf)]

Mwamba Kongolo Coalice
Université de Lubumbashi/RD Congo

International Journal of African Sciences, Vol. 01 No. 2, Nov. 2023, Pages 158 – 171

DOI : <https://doi.org/10.58610/IJAS.2711>



EDITIONS LUMUMBA

A New Momentum for African Publishing

International Journal of African Sciences – IJAS –

DOI : 10.58610/IJAS.2711

ISBN : 978-2-38489-043-9

EAN : 9782384890439

© Editions Lumumba, November 2023

Legal deposit: No. 7.20.2022.75, 2nd quarter

National Library of Congo - Ordinance No. 89-010 of January 11, 1989 -

Establishment permit No. BNC/DPHK/08/2022



Published by Editions Lumumba with the support of Afriscience, the International Journal of African Sciences (IJAS) is a bilingual interdisciplinary scientific journal (French and English) that aims to promote and disseminate African studies by providing a platform for exchange and dialogue among researchers, academics, and professionals from both Africa and around the world. The Lumumba Editions are registered with the International ISBN Agency through the Francophone Agency for International Book Numbering, under the publisher identifier: 978-2-38489. They have an international editorial committee composed of teachers, researchers, and specialists from Africa and elsewhere, ensuring a diversity of expertise and perspectives.

Registered in accordance with the Ordinance Law No. 89-010 of January 11, 1989, of the Congolese State (DR Congo), the Lumumba Editions operate under the establishment permit No. BNC/DPHK/08/2022. As a member of Crossref, one of the organizations based in the United States that participates in the global indexing of scientific content, the Lumumba Editions benefit from a DOI prefix (10.58610). This prefix allows assigning a DOI to each publication, whether it be books, articles, journals, or conference proceedings, thus providing a persistent link to the online location of the edited work. In addition to their network of distributors and international partners, thanks to the open DOI APIs, the publications of the Lumumba Editions are accessible to thousands of other Crossref members and hundreds of organizations worldwide, significantly increasing the visibility and international impact of the edited works.

Content

| | |
|---|-----|
| 1- Formation des formateurs en TICE : Axes d'intervention socio-éducative pour les enseignants du District de Fianarantsoa et limites | 10 |
| RAFANOMEZANTSOA Jean Marie Vianney | 10 |
| <i>Université de Fianarantsoa/Madagascar</i> | 10 |
| 2- Promotion de la culture de la paix dans les écoles secondaires : Un impératif stratégique pour l'avenir de la République Démocratique du Congo | 33 |
| Benjamin Kilambe | 33 |
| <i>Université de Lubumbashi/RD Congo</i> | 33 |
| 3- Avis des parents et des enseignants sur la réforme du programme éducatif du Domaine d'Apprentissage des Sciences (DAS) dans la ville de Lubumbashi | 54 |
| Malamba Lubelo Jimmy | 54 |
| <i>Institut Supérieur de Statistiques/ RD Congo</i> | 54 |
| 4- L'autorégulation des médias congolais à l'épreuve de l'ordre professionnel des journalistes | 69 |
| KITIKI KIWAKA Guy Blaise | 69 |
| <i>Université de Kinshasa /RD Congo</i> | 69 |
| 5- Etat de lieu des installations électriques basse tension face aux éventuelles décharges dues aux coups de foudre | 79 |
| ILUNGA LWAMBA Trésor | 79 |
| NYEMBO WA SANGWA Ken | 79 |
| MULEMBA WA KABULO Degaulle | 79 |
| KISALE KYALWE Clocio | 79 |
| NGOIE-MWANA-MFUMU Laurent Fabrice | 79 |
| <i>Enseignants-chercheurs/RD Congo</i> | 79 |
| 6- Le discours, véritable mécanisme de persuasion des églises de réveil au Cameroun | 89 |
| Ngaouri Landri | 89 |
| Bitye Cynthia Laure | 89 |
| <i>Université de Ngaoundéré/Cameroun</i> | 89 |
| 7- Esquisse des pratiques liées à la délocalisation des communautés locales par les entreprises minières à Kolwezi : Une analyse criminologique | 101 |
| KABWE RWANFIZI Christian | 101 |
| UMBA KONGOLO Nathan | 101 |
| MPOO MOKUBA Alliance David | 101 |
| <i>Enseignants-chercheurs/RD Congo</i> | 101 |
| 8- Cannabis et anxiété des exploitants miniers artisanaux à Kolwezi | 112 |
| José NGOY WA NGOY TWITE | 112 |
| <i>Université de Kolwezi/RD Congo</i> | 112 |
| 9- Influence de la dégradation du contenu audiovisuel sur le spectateur mineur | 131 |
| LOKOSSOU Bonaventure | 131 |
| <i>Université d'Abomey-Calavi/Bénin</i> | 131 |

| | |
|---|-----|
| 10- Evaluation de la rentabilité de l'investissement en transport : cas de moto taxi, tronçon Lukalaba-Mbujimayi | 146 |
| Paul NKOMBUA MUTSHIMUNE | 146 |
| <i>Institut Supérieur Pédagogique de Lukalaba/ RD Congo</i> | 146 |
| Estelle LENGIE KASUMBA | 146 |
| <i>Université de KABINDA/RD Congo</i> | 146 |
| Timothée MULUMBA NTUMBA | 146 |
| <i>Institut Supérieur Pédagogique de Lukalaba/RD Congo</i> | 146 |
| 11- Elaboration d'une politique optimale de production dans une entreprise industrielle. Cas de Chemical of Africa(Chemaf) | 158 |
| Mwamba Kongolo Coalice | 158 |
| <i>Université de Lubumbashi/RD Congo</i> | 158 |
| 12- La main d'œuvre féminine face à la modification des prestations salariales dues au congé de la maternité en RDC. Incidences et voie de sortie honorable | 172 |
| MALUMALU MARTIN GAEL | 172 |
| <i>Université de Lubumbashi/RD Congo</i> | 172 |
| 13- Le masque des groupes extrémistes violents dans les communes de Materi et de Coby au Bénin : vers une sociologie des fragilités sociopolitiques | 181 |
| Thelesphore Toliton DIKPO | 181 |
| Abou-Bakari IMOROU | 181 |
| Herbert SINA BIO | 181 |
| <i>Université d'Abomey Calavi/ Bénin</i> | 181 |

Journal Team

Editorial Board :

- Editor-in-Chief : Kaniki Wa Cilombo Joseph-Robert, DR Congo
- Managing Editor : Valery Ngoy Ndala, DR Congo
- Lead Reviewer : Jean-Micky Kafuwa Musongo, DR Congo
- Editorial Secretary : William Agbaka, Benin
- Coordinator for Membership Process : Marie Mbatshiona Mundi, DR Congo
- Administrative and Financial Manager : Banon Zinsou Côme, Benin
- Partnerships Coordinator : Fidèle Bukasa Kabwe, DR Congo
- Statistics Manager : Kalunga Shakoli Dieu Merci, DR Congo
- Chief Translator : Dr. Fo-Koku D. Woameno, Togo
- Principal Proofreader : Jean-Micky Kafuwa Musongo, DR Congo
- Online Publishing Manager : Mrs. Blin Acouh Marie-José, Ivory Coast

Editorial Committee :

- Abdoulaye Ouedraogo, PhD, Ministry of Economy, Finance and Planning (MEFP), Burkina Faso
- Abi-Kaberou Gildas, PhD, UAC/ENS-Porto-Novo/Laboratory of Pedagogy and Didactics of Humanities (LaPEDIH), Benin
- Adaba Koffi Amessou, PhD, University of Lomé, Togo
- Akimou Tchagnaou, PhD, University of Zinder, Niger
- Ambombi Eyolo Azede Espoir, PhD, Chaire MBA, Afrikan campus, Republic of Congo
- Amoussou Franck, PhD, University of Abomey-Calavi, Benin
- Ballo Drissa, PhD, Teacher-Researcher, Mali
- Basile Mulwani Makelele, PhD, University of Lubumbashi, Democratic Republic of Congo
- Bekolo Engoudou Bruno, PhD, University of Douala, Cameroon
- Bitouga Bernard Aristide, PhD, University of Douala, Cameroon
- BOUMA Carine Nadège, PhD, University of Bamenda, Cameroon

- Christian Bumute, PhD, University of Likasi, DR Congo
- Essome Lele Gislain Arnaud, PhD, ECLLA Research Unit, Jean-Monnet University Saint-Étienne, Cameroon
- Félix N'dia Anon, PhD, Félix Houphouet-Boigny University, Côte d'Ivoire
- Fidélie Ntshikala Mbuya, PhD, University of Kolwezi, DR Congo
- Fo-Koku D. Woameno, PhD, University of Lomé, Togo
- Gaby Ilunga Mutombo, PhD, University of Lubumbashi, DR Congo
- Gano Nouhou, PhD, Cheikh Anta Diop University of Dakar, Senegal
- Gninneyo Sylvestre-Pierre NIYA, PhD, Ecole Normale Supérieure, Burkina Faso
- José Ngoy Wa Ngoy Twite, PhD, University of Kolwezi, DR Congo
- Kabiena Kuluila Pierre Valery Dieudonné, PhD, Official University of Mbuji-Mayi, DR Congo
- Kabuya-Kabeya Sthilobo Hilaire, PhD, Official University of Mbuji-Mayi, DR Congo
- Kaniki Wa Cilombo Joseph-Robert, PhD, Official University of Mbuji-Mayi, DR Congo
- Kongue Toyindou, PhD, University of Lomé, Togo
- Lago Blé Angelin, PhD, Jean-Lorougnon Guede University, Daloa, Côte d'Ivoire.
- Lokossou Bonaventure, PhD, University of Abomey-Calavi, Benin
- Matthias Cinyabuguma, PhD, World Bank, DR Congo
- Melingui Ayissi, PhD, University of Douala, Cameroon
- Metsena Ndjavoua, PhD, University of Maroua, Cameroon
- Mohamed Atteyoub H. dit Modibo SIDIBÉ, PhD, University of Social Sciences and Management of Bamako (USSGB), Mali
- Moussa Coulibaly, PhD, Assane Seck University of Ziguinchor, Senegal
- Moussa Dourfaye Abdoul-kadze, PhD, Health Service, Niger
- Nebie Boukary, PhD, University of Fada N'Gourma, Burkina Faso
- Ngala Ntumba Peter, PhD, Official University of Mbuji-Mayi, DR Congo
- Ngonu Ossango Pangrace, PhD, University of Yaoundé, Cameroon
- Nkongolo Mulami Kapweka Alphonse, PhD, Official University of Mbuji-Mayi, DR Congo

- Ntita Ntita Jean Christ, PhD, Official University of Mbuji-Mayi, DR Congo
- Nyebe Atangana Sandrine, PhD, Ministry of Secondary Education, Cameroon
- Patrice M'Bétien KONE, PhD, Félix Houphouët Boigny University, Côte d'Ivoire
- Philippe Kasongo Maloba Tshikala, PhD, University of Lubumbashi, DR Congo
- Raymond-Bernard Ahouandjinou, PhD, University of Abomey Calavi, Benin
- Serge Caleb Mbula Musasa Mwadianvita, PhD, National Pedagogical University (UPN) of Kinshasa, DR Congo
- Sidibé Ousmane, PhD, University of San Pedro, Côte d'Ivoire
- Yamsoumouna Ndimma Joël., PhD, Center for Studies and Research in International and Community Law (CEDIC), Chad

Editorial

Dear readers and researchers,

We are delighted to present to you the latest edition of the International Journal of African Sciences (IJAS) for the year 2023, bearing witness to our ongoing commitment to push the boundaries of knowledge on a global scale. In this edition, we embark on an intellectual exploration journey, transcending borders and disciplines to unveil a collection of innovative research contributions.

This edition stands as a beacon of excellence, highlighting the dedication and ingenuity of researchers from diverse backgrounds. Each article, from cutting-edge advancements to insightful analyses, encapsulates the essence of groundbreaking research. We express our sincere gratitude to the researchers whose rigorous efforts have enriched the academic landscape.

Alongside the evolving academic landscape, our commitment to providing a platform that fosters collaboration, innovation, and the dissemination of impactful research remains unwavering. In this spirit, we invite institutions, academics, and political and social leaders to join us in supporting the International Journal of African Sciences (IJAS). Together, let's forge new paths in the relentless pursuit of knowledge and contribute to the global dialogue.

Our gratitude extends to the diligent members of the review committee, whose expertise ensures the highest standards of academic rigor. Their meticulous evaluation has been essential in maintaining the quality and integrity of the journal.

Special mention is reserved for our dedicated editorial team, whose tireless efforts have transformed ideas into this captivating reality. Their commitment to excellence is a driving force behind the success of IJAS.

As we navigate through the ever-expanding frontiers of research, our goal is to cultivate an inclusive and dynamic space for academic exchange. We aspire to be a catalyst for ideas, a place where innovation converges with tradition, and where the global community comes together to shape the future of knowledge.

To our cherished readers and contributors, thank you for being an integral part of this intellectual odyssey. Your ongoing support fuels our commitment to excellence, and we look forward to exploring new horizons together in the upcoming issues.

Welcome to the intellectual journey that is the International Journal of African Sciences (IJAS).

Dr. Joseph-Robert KANIKI WA CILOMBO

Professor and Vice-Dean in charge of Research at the Faculty of Law of the Université Officielle de Mbuji-Mayi/ Congo DR

« Elaboration d'une politique optimale de production dans une entreprise industrielle. Cas de Chemical of Africa(Chemaf) »

[Development of an optimal production policy in an industrial enterprise. Case study of Chemical of Africa (Chemaf)]

Mwamba Kongolo Coalice¹

Université de Lubumbashi/RD Congo

Email : coalicemwamba16@gmail.com

Résumé

Dans cette étude, notre objectif principal est de développer une politique optimale de production pour l'entreprise Chemical of Africa (CHEMAF), en se concentrant sur la détermination des quantités optimales de cuivre, de cobalt et d'acide sulfurique qui maximisent la marge bénéficiaire. L'entreprise, active dans l'extraction minière, a été confrontée à des défis liés à la production de trois types de minerais. Pour atteindre cet objectif, nous avons employé des méthodes de recherche opérationnelle, en particulier la programmation linéaire, ainsi que l'outil Solveur d'Excel. La programmation linéaire a permis de modéliser la fonction économique de l'entreprise, intégrant les coûts et les bénéfices associés à chaque type de minerai. En utilisant le Solveur d'Excel, nous avons résolu le programme linéaire, aboutissant à une solution optimale qui recommande des quantités spécifiques de cuivre et de cobalt à produire pour maximiser le profit, tout en respectant les contraintes opérationnelles. Cette approche méthodologique a permis d'établir une politique de production fondée sur des principes mathématiques et opérationnels, offrant à CHEMAF une orientation claire pour optimiser sa rentabilité tout en prenant en considération les contraintes temporelles et de production. La conclusion de l'étude met en avant l'importance d'une gestion basée sur des méthodes scientifiques pour garantir une production efficace et rentable, évitant ainsi les approches basées sur le hasard.

Mots-clés : Production optimale, Entreprise industrielle, Programmation linéaire

Abstract

In this study, our main objective is to develop an optimal production policy for the Chemical of Africa (CHEMAF) company, focusing on determining the optimal quantities of copper, cobalt, and sulfuric acid that maximize the profit margin. The company, engaged in mining activities, has faced challenges related to the production of three types of ores. To achieve this goal, we employed operations research methods, particularly linear programming, along with the Excel Solver tool. Linear programming allowed us to model the company's economic function, incorporating the costs and profits associated with each type of ore. By using the

¹ Chef de travaux à la Faculté des Sciences Economiques/ Unilu

Excel Solver, we solved the linear program, resulting in an optimal solution that recommends specific quantities of copper and cobalt to produce to maximize profit while adhering to operational constraints. This methodological approach has facilitated the establishment of a production policy based on mathematical and operational principles, providing CHEMAF with a clear direction to optimize its profitability while considering temporal and production constraints. The study's conclusion highlights the importance of management based on scientific methods to ensure efficient and profitable production, thereby avoiding approaches based on randomness.

Keywords : Optimal production, Industrial enterprise, Linear programming

0. Introduction

L'élaboration d'une politique de production optimale est un sujet crucial pour toute entreprise industrielle, y compris Chemical of Africa (Chemaf). La satisfaction des besoins humains a conduit à l'évolution des activités de production et de transformation pour créer des biens nécessaires. Cependant, cette évolution a également engendré des défis, notamment la concurrence et la nécessité d'optimiser la rentabilité (Kasereka Mufabule Obed, 2022 ; McKinsey (2021)). Dans le passé, les hommes ont été rendus dépendants, empêchés de produire pour eux-mêmes, ce qui a conduit à une forme d'égoïsme. Cependant, avec le temps, les travailleurs ont pris conscience de leur situation et ont commencé à se battre pour leurs droits, déplaçant les biens de l'entrepreneur, créant des entreprises parallèles et produisant pour eux-mêmes. Pour contrôler les biens de l'entreprise et optimiser la rentabilité, de nombreux programmes d'investissement lourds ont été mis en place. Ces programmes visent à transformer totalement l'outil de production et à introduire une plus grande industrialisation dans les processus de fabrication. Grâce à des travaux de recherche et de développement intensifs menés au cours des deux dernières décennies, des innovations ont été introduites, conférant à ces matériaux une fiabilité irréprochable et assurant une mise en œuvre simple et sûre.

Cependant, la méthode actuelle de production de Chemaf présente des défis. L'entreprise ne tient pas compte des commandes enregistrées habituellement et décide de lancer une nouvelle fabrication en atelier pour tous les produits avant que le stock ne devienne inférieur à la moyenne des commandes. Cette méthode peut être risquée car si on ne fait pas attention, l'entreprise peut continuer à renouveler et à perpétuer le stock de produits qui ne se vendent pas régulièrement, augmentant ainsi les charges et gonflant les dépenses (Kasereka Mufabule Obed, 2022).

Pour surmonter ces défis, il est essentiel d'adopter des méthodes de planification de la production qui tiennent compte des commandes enregistrées et d'optimiser la gestion des stocks. De plus, l'adoption de technologies de l'Industrie 4.0 peut aider à améliorer la flexibilité et l'efficacité de la production (My Lean Expert (2021)). En outre, l'innovation continue dans les techniques de fabrication peut aider à améliorer la précision, la complexité géométrique et la compatibilité avec les matériaux avancés, augmentant ainsi la nécessité de petites équipes de travail hautement qualifiées et de réseaux intégrés de petites usines spécialisées et flexibles.

La programmation linéaire est utile dans la programmation des charrois

automobiles, pour la production et la distribution des minerais par une entreprise minière qui est l'une des exigences du genre auxquelles elle doit faire face pour maximiser les recettes et rendre plus rentables et plus efficace les entreprises. Les gestionnaires ayant besoin de plus en plus d'informations analysées, fiables et précises se trouvent toujours devant un choix plus complexe sur certains produits clés. C'est ainsi la mise en application de notre étude pourra contribuer à l'accroissement de la rentabilité et en une bonne gestion de ses capitaux, laquelle permettra une réalisation des investissements d'extension. Au vu de ces considérations, nous nous sommes proposé d'intituler notre article comme suit : « *Elaboration d'une politique optimale de production dans une entreprise industrielle : Cas de Chemaf* ». Nous nous sommes sentis dans l'obligation d'entreprendre cette étude pour éclairer les dirigeants des entreprises industrielles sur l'optimisation de la rentabilité en égalisant le gain marginal au coût marginal, une manière de contribuer à améliorer leur gestion. Cet article va nous permettre d'appliquer la recherche opérationnelle à un cas concret, celui de la détermination d'un planning de production dans une entreprise industrielle.

En effet, les dirigeants de CHEMAF se trouvent butés à d'énormes difficultés d'optimiser leur production. Par exemple, les quantités des minerais produits au cours de l'année 2022 n'ont pas été écoulées comme prévu, diminuant ainsi l'espace de stockage des différents produits finis, entraînant des coûts de sur stockage et une immobilisation des capitaux, ne permettant pas à l'entreprise de réaliser les profits attendus en premier temps ; les quantités des minerais produits qui ne parviennent pas à satisfaire les besoins de consommateurs comme prévu, entraîne un manque à gagner de l'entreprise et une grande perte de consommateurs sur le marché concurrentiel en deuxième temps.

La nécessité oblige, pour une bonne gestion et une bonne évolution de l'entreprise de bien combiner ses charges en les minimisant et de maximiser ses recettes afin de pouvoir espérer avoir une marge bénéficiaire suffisante et acceptable. De ce fait, un modèle optimal de production s'avère indispensable.

Notre préoccupation tournera autour des questions suivantes :

- Quelle est la fonction économique qui maximiserait le profit de l'entreprise ?
- Quelles quantités de minerais de chaque type faudra-t-il produire pour atteindre le profit maximum ?

« Si les hommes d'affaires sont conduits à considérer que le profit constitue un critère de succès, c'est en fait parce qu'ils ne peuvent survivre qu'en évitant les pertes » (Baillargon, G., 1976, p. 84). Or, il est clair que si les pertes sont nuisibles, le profit ne peut être qu'utile et que la situation optimale semble donc être celle où le profit est maximal.

La préoccupation majeure du présent article sera donc de construire une fonction économique rendant maximal le profit de l'entreprise, en considérant l'hypothèse selon laquelle le maximum sera atteint sous certaines contraintes, les contraintes étant la main d'œuvre d'exécution, les commandes satisfaites au cours de l'année écoulée, le temps de fabrication des différents minerais ainsi que les variables qui entrent en jeu pour la fabrication.

1. Méthodologie

La présente étude a été réalisée au sein de l'entreprise CHEMAF USOKE. Celle-ci est située dans la province du Haut-Katanga et produit des minerais extraits dans la carrière de KALUKULUKU. Au cours de l'exercice 2017, elle a produit trois types de minerais : - Les cathodes de cuivre de 99,99% de pureté, - le carbonate de cobalt, et - l'acide sulfurique. Pour atteindre les objectifs assignés, et compte tenu des données produites dans l'investigation, nous avons exploité l'arsenal des méthodes de recherche opérationnelle dans son module de programmations linéaire ainsi que la méthode historique et inductive.

Soulignons que la programmation linéaire étant l'une des acquisitions plus importantes de la théorie économique d'après la deuxième guerre mondiale. Ses problèmes se posent lorsque l'on cherche à rendre optimale (minimum ou maximum) une fonction linéaire de plusieurs variables, ces variables étant assujetties à des contraintes linéaires, c'est-à-dire, du premier degré. A ce propos, qu'une contrainte est linéaire, lorsqu'elle s'exprime par une égalité ou inégalité dont le premier membre est une combinaison linéaire et le second un nombre réel. Un programme linéaire se présente comme suit :

$$\text{Optimiser } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \leq b_1$$

$$\text{Sous les contraintes : } \begin{cases} a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m \end{cases}$$

Les a_{ij} , les C_j et les b_i sont des constantes positives, négatives ou nulles.

► **Variables d'écart** $X_i \geq 0, \forall i$

Très souvent dans la résolution des programmes linéaires, il fait appel à un système de contraintes sous forme d'équations. Si donc, initialement les contraintes dites physiques du problème, sont des inéquations, il faut transformer celles-ci en équation par l'usage de certaines variables dites variables d'écart.

Supposons que les inéquations soient de la forme $a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n \leq b_i$, $i = 1, 2, \dots, m$. Pour que ces inéquations se transforment en équations, il suffit d'ajouter au membre de gauche une quantité positive ou nulle pour ramener l'égalité entre les deux membres. Cette quantité que l'on ajoute s'appelle variables d'écart. Soit t_i cette variable d'écart ; il vient : $a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n + t_i = b_i$

Ainsi le système de contrainte physique, initialement sous forme de $\sum_{j=1}^n a_{ij}X_j \leq b_i ; i = 1, 2, \dots, m$ devient $\sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + t_i = b_i ; i = 1, 2, \dots, m$

Notons que les variables d'écart t_i jouissent aussi de la propriété de non négativité.

Supposons maintenant que les inéquations soient de la forme : $a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n \geq b_i$. Pour qu'elles deviennent équations, on retranche au membre de gauche une quantité négative ou nulle capable de ramener l'égalité entre les deux membres. Soit t_i cette quantité ou variable d'écart. Il devient : $a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n - t_i = b_i$

La fonction économique ne change pas parce que les variables d'écart ne modifient pas sa valeur.

► Utilisation du solveur d'Excel pour résoudre un programme linéaire

Le solveur d'Excel est un outil puissant d'optimisation et d'allocation de ressources. Il permet de trouver le minimum, le maximum ou la valeur au plus près d'une donnée tout en respectant les contraintes qu'on lui soumet. Il est utilisé lorsqu'on cherche la valeur optimale d'une cellule donnée (la fonction économique) par ajustement des valeurs de plusieurs autres cellules (les variables). En respectant des conditions limitées supérieurement ou inférieurement par des valeurs numériques (les contraintes). Avant de se lancer dans l'utilisation du solveur, il est plus vivement conseillé de modéliser le problème sous forme mathématique :

- 1) Définir les variables $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ à déterminer
- 2) Exprimer les contraintes linéaires que ces variables doivent respecter, de la forme :

$$* \sum_i a_{ij} X_{ij} \leq b_i$$

$$* \sum_i a_{ij} X_{ij} \geq b_i$$

$$* \sum_i a_{ij} X_{ij} = b_i$$

- 3) Définir la fonction économique, également linéaire, à optimiser : min (max)

$$\sum_{j \neq i}^n a_j X_j$$

Une fois cette modélisation achevée, il suffira de la transposer dans l'environnement Excel. Quelques principes simples doivent être observés :

- a) La première étape consiste à préparer la feuille Excel. Outre les données qui doivent y figurer (coefficient et seconds membres des contraintes, coefficients de la fonction économique). Il convient d'ajouter :
 - Une cellule pour la valeur de chacune des variables X_i à déterminer ;
 - Une cellule pour la valeur du premier membre de chacune des contraintes ;
 - Une cellule pour la valeur de la fonction économique. La mise en page de la feuille est importante, et on recommande d'utiliser celles des feuilles à télécharger qui contiennent les données des problèmes à résoudre.

En effet, elle est de nature à considérablement simplifier l'écriture des modèles. Une fonction intégrée Excel est souvent utilisée pour calculer le premier membre des contraintes.

Une fois la feuille mise en forme, il faut fournir les données du problème qui viennent d'être modélisées au solveur. Pour cela, on le lance (menu « outils/solveur ») et on spécifie successivement :

- Dans la cellule cible à définir, l'adresse de celle qui contient la valeur de la fonction économique : ne pas oublier de cocher la case qui correspond au sens de l'optimisation souhaitée.

- Dans les cellules variables, la plage des adresses de celle qui ont été affectées aux variables ;
 - Enfin dans la fenêtre qui leur est réservée, on peut ajouter successivement toutes les contraintes du problème en sélectionnant le bouton correspondant. Notons que les contraintes peuvent être exprimées sous la forme de plages de cellules : cela permet par illustration d'indiquer, en une seule contrainte, que les cellules d'une plage contenant les valeurs de premiers membres (dont les adresses doivent figure dans « cellule ») doivent être respectivement inférieures ou égales aux cellules d'une plage de cellules contenant les bornes du second (« contrainte »). D'où l'importance de la mise en page signalée précédemment, c'est-à-dire à l'aide des boutons AJOUTER, MODIFIER et SUPPRIMER de la boîte de dialogue, nous pouvons établir une liste de contrainte.
 - Après avoir cliqué dans chaque case à compléter, il suffit de cliquer les cellules correspondantes directement sur la feuille Excel. Puis ok pour confirmer ;
 - Une contrainte peut être limité inférieurement (\leq), supérieurement (\geq) ou limité aux nombres entiers ;
 - La cellule à laquelle l'étiquette cellule fait référence contient habituellement une formule qui dépend des cellules variables ;
 - Le Solveur gère jusqu'à 200 contraintes.
- b) Avant le lancement du Solveur, son paramétrage. Le bouton « options » permet d'accéder à une fenêtre dans laquelle on sélectionne : « modèle supposé linéaire » pour choisir un algorithme efficace dans la résolution de tels problèmes.

2. Résultats

Dans cette section, nous exposons les résultats issus de notre enquête, en mettant particulièrement l'accent sur la construction et la résolution du programme linéaire de production. Nous entamerons le processus en formulants le modèle, puis nous concluons par l'expression du modèle à partir des données statistiques de l'entreprise. Ces résultats obtenus serviront de base pour étayer la discussion présentée ci-dessous.

2.1. Formulation du modèle

Comme souligné dans la partie méthodologique, l'entreprise CHEMAF USOKE a effectuée la production des trois types de minerais, au cours de l'exercice 2017 : - Les cathodes de cuivre de 99,99% de pureté, - le carbonate de cobalt, et - l'acide sulfurique. L'unité de mesure de production est exprimée en tonne. Chaque tonne de type de produit à sa marge bénéficiaire qui est égale à la différence entre le prix de vente et celui du coût de revient. Les calculs de la marge bénéficiaire et du coût de revient pour chaque tonne de type de minerais seront faits dans les paragraphes qui suivent.

L'entreprise dispose d'une chaîne de production divisée en sept grands ateliers principaux :

- L'exploitation minière et le stockage des matières premières
- Le concassage
- Le broyage

- La fragmentation
- Lixiviation (flottation à la mousse)
- Concentration
- Affinage pour obtenir les cathodes

Tous les ateliers à part le concassage qui s'effectue dans sa carrière de KALUKULUKU, ils sont opérationnels 24/24h. Le service technique prévoit 72 jours correspondant à 1720 heures par an pour entretien et réparation de l'usine soit 346 heures par atelier. Il est très difficile de prévoir les heures perdues suite aux coupures du courant et autres éventuelles pannes parce qu'il n'existe pas des rapports quotidiens qui montrent les heures perdues et leurs motifs. Ceci constitue une limite d'une bonne estimation des heures travaillées dans l'année. Nous construisons les contraintes technologiques relatives à la main d'œuvre disponible en heures de travail en ne tenant pas compte des heures prestées journalièrement. Le nombre de variables de décision sera égal au nombre de type produits par l'entreprise (l'unité statistique sera exprimée en tonne). L'entreprise est confrontée à trois contraintes dont deux contraintes de fabrication et une contrainte de la capacité de production.

2.2. Expression du modèle à partir des données statistiques de l'entreprise

- Fonction objectif

Comme nous l'avons dit dans le paragraphe précédent, la marge bénéficiaire est donnée par la différence entre le prix de vente et le prix de revient qui représente le cumul de tous les coûts contribuant au conditionnement du produit, autrement dit, le solde de gestion qui se détermine par la différence entre le prix de vente et le prix de d'achat imputé des coûts directs annexes. Ce calcul de la marge sera fait pour chaque type de produit. Dans les pages qui précèdent, nous avons présenté la fonction objectif comme suit :

$$\text{Max } Z = \sum C_j X_j$$

- Le prix de revient

- Le prix de revient, souvent appelé coût de revient ou parfois prix naturel, représente la somme des coûts supportés pour la production et la distribution d'un bien ou d'un service. La détermination d'un coût de revient est primordiale, d'abord pour éviter de vendre à perte, ensuite pour adapter la stratégie marketing aux clients ciblés.
- Le coût de revient désigne la somme des charges qui ont été engagées afin de produire un produit ou un service. Sous ses abords simplistes, il n'est pas toujours évident de calculer un coût de revient. Pour ce faire, il convient de distinguer et de calculer les charges directes et des charges indirectes. Les charges directes sont plus faciles à incorporer dans le coût de revient. Ce sont les charges qui ont été directement consommé par la production.

- Prix de vente

Le prix de vente est le prix proposé par un vendeur à un acheteur. Lors d'une transaction commerciale le prix de vente est toujours aussi un prix d'achat, chaque concept étant relatif aux acteurs de l'échange. Leur négociation peut influencer sur ce

prix, quels que soient ses mécanismes et courtiers, truchement d'associations de consommateurs, décisions politiques d'intervention sur les prix, loi de l'offre et de la demande, etc.

- Calcul de la marge bénéficiaire

Connaissant le prix de revient et celui de vente de la tonne, nous avons des données de base pour calculer la marge bénéficiaire pour chaque type de minerais, ce qui nous permettra en définitive de calculer la marge bénéficiaire pour une tonne de chaque produit. Le détail des calculs se trouve dans le tableau ci-après :

MB = PV – CR Avec :

- MB : Marge bénéficiaire
- PV : prix de vente
- CR : coût de revient

Tableau N°1 : calcul des marges bénéficiaires unitaires en dollars américains (USD)

| Désignation | Poids par pièce en kilo | Prix de revient | Prix de vente en USD | MB unitaire |
|------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|-------------|
| Cuivre | 20 | 66 | 162 | 96 |
| Cobalt | 10 | 37 | 79 | 42 |
| Acide sulfurique | - | - | - | |

Source : Calcul fait par nous-mêmes à l'aide des données recueillis au service analytique & commercial

Nous avons codifié les produits fabriqués par des minerais de 1 à 3. Dans la suite de notre travail, les différents produits seront identifiés par les variables X_j ; $j = 1, 2, 3$; j étant l'indice attribué aux produits.

A partir du tableau N°2, nous pouvons calculer la marge bénéficiaire pour une tonne de chaque produit. Les marges dégagées dans la colonne (6) du tableau précédent concernent chaque type de minerais :

- Marge bénéficiaire d'une tonne = MB/Pièce x quantités de plaques en cathode et carbonate.

Tableau N°2 : Calcul des Marges bénéficiaires par tonne

| Désignation | Poids par plaque en kilo | MB unitaire | Qté de plaque | MB par tonne |
|------------------|--------------------------|-------------|---------------|--------------|
| Cuivre | 20 | 96 | 50 | 4800 |
| Cobalt | 10 | 42 | 100 | 4200 |
| Acide sulfurique | - | - | | 3200 |

Source : nous-mêmes

Ces calculs étant faits nous pouvons formuler notre fonction économique sur base des résultats du tableau N°2. Ainsi nous avons :

$$\text{Maximiser } Z = 4800X_1 + 4200X_2 + 3200X_3$$

► Etablissement des contraintes

- Broyage

Le terme concassage était réservé à la fragmentation des morceaux relativement volumineux et celui de broyage à la fragmentation des morceaux et des grains de

faible dimension. Cette distinction manque cependant de précision.

En préparation des minerais, le broyage qui précède souvent la concentration par flottation est généralement effectué en voie humide sur une pulpe. Les principaux avantages de la voie humide sont un meilleur rendement énergétique, la suppression des poussières et une moindre alternation des surfaces. Les broyeurs sont : Broyeur à cascade, broyeurs à boulets, broyeurs à barres, etc.

Un broyeur est formé par un tambour de forme cylindrique tournant autour de son axe horizontal. Normalement, il est rempli jusqu'à moitié par les corps broyant ; des boulets en fonte ou en acier. Suite à la rotation du tambour, les corps broyant roulent et cascadedent en broyant le minerai entre eux et contre la paroi du broyeur. CHEMAF utilise les broyeurs à l'eau et à boulets.

- Concentration

La concentration du minéral de valeur consiste à soumettre ces deux phases solides, après leur libération par une fragmentation adéquate, à un procédé de séparation approprié. Cette séparation solide-solide permettra d'obtenir d'une part, un concentré marchand du minéral de valeur et d'autre part un rejet constitué principalement par la gangue.

Tableau n°3 : Broyage/Concentration

| Désignation | Durée en seconde | Durée en heure |
|------------------|------------------|----------------|
| Cuivre | 7200 | 2 |
| Cobalt | 5400 | 1,5 |
| Acide sulfurique | 6480 | 1,8 |

Source : Nous-mêmes à l'aide des données recueillies au service technique

- Affinage

Au cours de la production et de l'affinage des métaux, on sépare au moyen d'une série de réactions physiques et chimiques les matériaux précieux des éléments sans valeurs. Le produit final est un métal contenant des quantités connues d'impuretés. La fusion et l'affinage primaires permettent d'obtenir des métaux directement à partir des concentrés de minerais.

CHEMAF utilise la méthode hydro métallurgique. Le blister est coulé sous forme d'anodes qui joueront le rôle d'anodes solubles lors de l'affinage. Les cathodes de départ sont minces feuilles de minerais purs (> 99,99%).

Tableau n°4 : Affinage

| Désignation | Durée en seconde | Durée en heure |
|------------------|------------------|----------------|
| Cuivre | 10 800 | 3 |
| Cobalt | 7200 | 2 |
| Acide sulfurique | 10 800 | 3 |

Source : Nous-mêmes.

- Capacité annuelle de production

La capacité de production installée est à peu près de 230.000 tonnes par année. Théoriquement cette contrainte est formulée comme suit :

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 230.000$$

Les ateliers de broyages à concentration et affinage mis ensemble donnent le tableau ci-après :

Tableau n°5 : Récapitulatif des ateliers

| Désignation | Broyage/concentration | Affinage |
|------------------|-----------------------|----------|
| Cuivre | 2 | 3 |
| Cobalt | 1,5 | 2 |
| Acide sulfurique | 1,8 | 3 |
| Heure disponible | 6500 | 6700 |

Source : Nous-mêmes.

Nous pouvons à présent à partir des données reprises ci-haut, construire les contraintes suivantes :

$$\begin{cases} 2X_1 + 1,5X_2 + 1,8X_3 \leq 6500 & \text{(Heures disponibles : Broyage/concentration)} \\ 3X_1 + 2X_2 + 3X_3 \leq 6700 & \text{(Heures disponibles : affinage)} \\ X_1 + X_2 + X_3 \leq 230.000 & \text{(Capacité de production)} \end{cases}$$

La fonction économique et les contraintes étant établies, nous pouvons passer à la résolution du programme linéaire. Nous utiliserons le Solveur Excel pour arriver à trouver une solution qui va satisfaire à toutes les contraintes, en utilisant la disposition suivante :

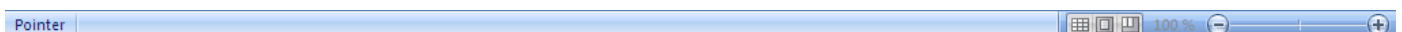
Tableau n°6 : Présentation des données telles qu'insérées dans le solveur Excel

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|-----------------------|----------------|----------------|----------------|--------|------|------------|
| 1 | VARIABLE | X ₁ | X ₂ | X ₃ | | | |
| 2 | Nombre d'unités | 0 | 0 | 0 | | | |
| 3 | CONTRAINTES | | | | | Sens | Disponible |
| 4 | Broyage/concentration | 2 | 1,5 | 1,8 | ← | | 6500 |
| 5 | Affinage | 3 | 2 | 3 | ← | | 6700 |
| 6 | Production | 1 | 1 | 1 | ← | | 230000 |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | MB | 4800 | 4200 | 3200 | | | |
| 9 | | | | | Profit | | 0 |

Source : Nous-mêmes à l'aide du solveur Excel.

- La formule = B8 * B2 + C8 * C2 + D8 * D2 est inscrite dans la cellule G9. Cette cellule qu'on maximisera ; car elle correspond à la fonction objectif : $\text{Max } Z = 4800X_1 + 4200X_2 + 3200X_3$
- Menu : outils/solveur
- Nous avons fait entrer les paramètres du solveur voir les figures : N°5.

Figure n°1.



- Cellule cible à définir : (G9) ceci correspond à l'adresse de la fonction à optimiser
- Egale à : nous avons coché le type d'optimisation (Maximum) car, nous voulons maximiser le profit total.

- Cellules variables : nous avons sélectionné l'endroit dans le tableau où les variables se trouvent. Les cellules B2, C2 et D2 (B2 : D2) représentent les variables de notre problème, c'est-à-dire celles qu'on désire produire
- Contraintes : nous devons spécifier chacune des contraintes de notre problème.

Nous avons fait entrer les contraintes de non négativité $X_1 \geq 0$; $X_2 \geq 0$ et $X_3 \geq 0$

Pour enregistrer les contraintes

Nous avons cliqué sur « Ajouter » :

- Nous entrons l'adresse de la cellule contenant la formule : $2X_1 + 1,5X_2 + 1,8X_3$ équivalente à $(= B4 * B2 + C4 * C2 + D4 * D2)$. C'est-à-dire E4.
 - Le sens de l'équation \Leftarrow
 - Le nombre de disponible 6500 ou son adresse G4

La première contrainte correspond à $E4 \Leftarrow G4$. Ainsi de suite pour d'autres contraintes.

Figure n°2

Nous cliquons sur OK dès que, nous avons terminé d'entrer toutes nos contraintes.

- Etant donné que nous voulons résoudre un programme linéaire, il est possible de le spécifier au solveur afin qu'il utilise la méthode adéquate pour résoudre le problème. Nous cliquons sur « options » (voir la Figure N°5), nous cochons sur « Modèle Linéaire ». Figure N°7, nous cliquons sur « Supposé non-négatif » et enfin nous cliquons sur « OK ».

Figure N°3

- Nous cliquons sur « Résoudre »
- Le solveur nous donne la solution optimale selon les contraintes :
 - Production :
 - X1 : 210.000 tonnes de cathode de cuivre
 - X2 : 20.000 tonnes de carbonate de cobalt
 - X3 : 0 acide sulfurique
- Le solveur nous demande de garder cette solution à l'écran ou revenir à celle de départ. Nous avons choisi garder la solution du solveur.
- Nous cliquons sur « OK »

Figure N°4

Après avoir appliqué les techniques appropriées, le solveur nous donne les résultats ci-après :

Tableau N°7 : Le solveur a trouvé une réponse satisfaisant toutes les contraintes et les conditions d'optimisation

Microsoft Excel 12.0 Rapport des réponses
Feuille: [Classeur1] Feuil1

Date du rapport: 28/11/2022 01:04:21

Cellule cible (Max)

| Cellule | Nom | Valeur initiale | Valeur finale |
|---------|--------|-----------------|---------------|
| \$G\$9 | Profit | 0 | 10920000 |

Cellules variables

| Cellule | Nom | Valeur initiale | Valeur finale |
|---------|-----|-----------------|---------------|
| \$B\$2 | X1 | 0 | 2100 |
| \$C\$2 | X2 | 0 | 200 |
| \$D\$2 | X3 | 0 | 0 |

Contraintes

| Cellule | Nom | Valeur | Formule | État | Marge |
|---------|-----------------------|--------|----------------|---------|-------|
| \$E\$4 | Broyage/Concentration | 4500 | \$E\$4<=\$G\$4 | Non lié | 2000 |
| \$E\$5 | affinage | 6700 | \$E\$5<=\$G\$5 | Lié | 0 |
| \$E\$6 | Production | 230000 | \$E\$6<=\$G\$6 | Lié | 0 |

Source : Résultat obtenu à l'aide du solveur Excel

3. Discussion

L'étude met en exergue des résultats optimaux remarquables pour la société Chemical of Africa (CHEMAF). En effet, cette dernière peut espérer de la production de divers minerais pour 2014 est de 1.092.000.000 USD, et peut s'obtenir en fabriquant :

- X1 : 210.000 Tonnes
- X2 : 20.000 Tonnes

Elle devra disposer de 4500 heures pour le broyage/concentration et 6700 heures pour l'affinage pour espérer produire la même quantité c'est-à-dire 230.000 tonnes pour cette année. Ces contraintes temporelles soulignent l'importance de l'efficacité dans chaque étape du processus de production pour garantir la cohérence avec les objectifs financiers.

Notons que notre étude met en évidence l'utilisation efficace de méthodes de recherche opérationnelle, en particulier la programmation linéaire et l'outil Solveur d'Excel. La modélisation mathématique de la fonction économique, intégrant les coûts et les bénéfices, offre à CHEMAF une approche méthodique pour prendre des décisions informées. Ces méthodes fournissent une feuille de route claire pour maximiser la rentabilité tout en tenant compte des contraintes spécifiques de l'industrie minière.

La réussite de CHEMAF met en avant l'importance d'une gestion basée sur des méthodes scientifiques pour optimiser la production. Évitant les approches aléatoires, l'entreprise peut désormais planifier de manière stratégique ses activités de production. Les méthodes scientifiques offrent une garantie de précision, minimisant les risques opérationnels et assurant une croissance rentable à long

terme.

De ce qui précède, nous sommes d'avis que ces résultats optimaux influenceront inévitablement les futures décisions stratégiques de CHEMAF. La capacité à maximiser la rentabilité tout en respectant les contraintes opérationnelles positionne l'entreprise favorablement sur le marché. Cela pourrait stimuler des investissements supplémentaires, renforcer la réputation de l'entreprise et élargir sa part de marché, consolidant ainsi sa position concurrentielle.

4. Conclusion

Notre préoccupation consistait à élaborer d'une part une fonction économique qui permet la maximisation du profit de l'entreprise Chemical of Africa, tout en tenant compte des contraintes auxquelles elle est confrontée et d'autre part à déterminer les quantités à produire de différents types de minerais .

A l'aide d'un arsenal des méthodes de la programmation linéaire, nous avons pu recueillir les données, les modéliser en une fonction économique reprenant les marges bénéficiaires des différents types de minerais produits par CHEMAF.

Les données en notre disposition ont permis la construction d'un modèle linéaire sous trois contraintes ainsi que sa résolution à l'aide du solveur Excel, nous donnant un profit annuel optimal estimé à 1.092.000.000 dollars américains (USD) ; en produisant 210.000 tonnes de cuivre et 20.000 tonnes de cobalt.

L'élaboration de notre politique optimale pourra permettre à CHEMAF de se faire une idée sur les méthodes qu'elle pourrait appliquer pour minimiser ses charges et accroître ses bénéfices. Ainsi, pour être sûr d'écouler les produits comme il se doit et surtout éviter de retomber dans l'ancienne méthode de production, nous conseillerons à l'entreprise de recourir à des méthodes de production opérationnelles ou scientifiques pour une estimation sûre des quantités à produire afin de ne plus produire par le biais du hasard.

5. Bibliographie

- Baillargon, G. (1976). *La programmation linéaire, aide à la décision technique et économique*. Trois-Rivières: SMG.
- Borne, P., & Khâled Mellouli. (2004). *Programmation linéaire et applications* (1ère édition). Paris : Édition Technique.
- Chevalier, & Losha, K. D. (1964). *Introduction à la science administrative*. Paris : Éditions Dalloz.
- Cuignet, R. (2008). *Management de la maintenance* (2ème édition). Paris : Dunod.
- De Wolf, D. (Février 2003). Gestion de la production. Université Charles de Gaule – Lille III, Ville neuve d'ASG.
- De Wolf, D. (Septembre 2003, inédit). *Recherche opérationnelle*. Université du Littoral, Dunkerque. Revue.
- Desbazeille, G. (1976). *Exercices et problèmes de recherche opérationnelle*. Paris : Dunod.
- Droesbeke, F., et al. (1986). *Programmation linéaire par exemple*. Paris : Ellipses.
- Kasereka Mufabule, O. (2022), *Essai d'élaboration d'un modèle optimal de production d'une entreprise industrielle : Cas de la maison FOKAMWISO/ RD Congo*, consulté à l'adresse : <https://www.iosrjournals.org/iosr-ibm/papers/Vol24-issue1/Ser-3/B2401030712.pdf>.

- Kaufman, A. (1972). *Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle* (Tomes 1 & 2). Paris : Dunod.
- Lacomme, Ph., & Fleury, G. (2010). *Programmation linéaire avancée*. Paris: Ellipses.
- McKinsey (2021), *Manufacturing process innovation for industrials*, consulté à l'adresse : <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/manufacturing-process-innovation-for-industrials>.
- Moïsdon, J. C., & N'Akhla, M. (2010). *Recherche opérationnelle*. Paris : Eyrolles. Collection : Economie et gestion.
- My Lean Expert (2021), *4 méthodes de planification de la production*. <https://www.myleanexpert.com/2021/09/14/4-methodes-de-planification-de-la-production/>.
- Prins, C., & Sevaux, M. (2011). *Programmation linéaire avec Excel* (1ère édition). Paris : Eyrolles.
- Ruppli, R. (2005). *Programmation linéaire*. Paris : Ellipses.

INTERNATIONAL JOURNAL OF AFRICAN SCIENCES



REVUE INTERNATIONALE DES SCIENCES AFRICAINES

Editions Lumumba



A New Momentum for African Publishing

10, De la Moto Street, Gambela, Lubumbashi City - Democratic Republic of Congo

Tel: 00243 90 433 70 19
contact@editionslumumba.com
www.editionslumumba.com

Printed in the Democratic Republic of the Congo