



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

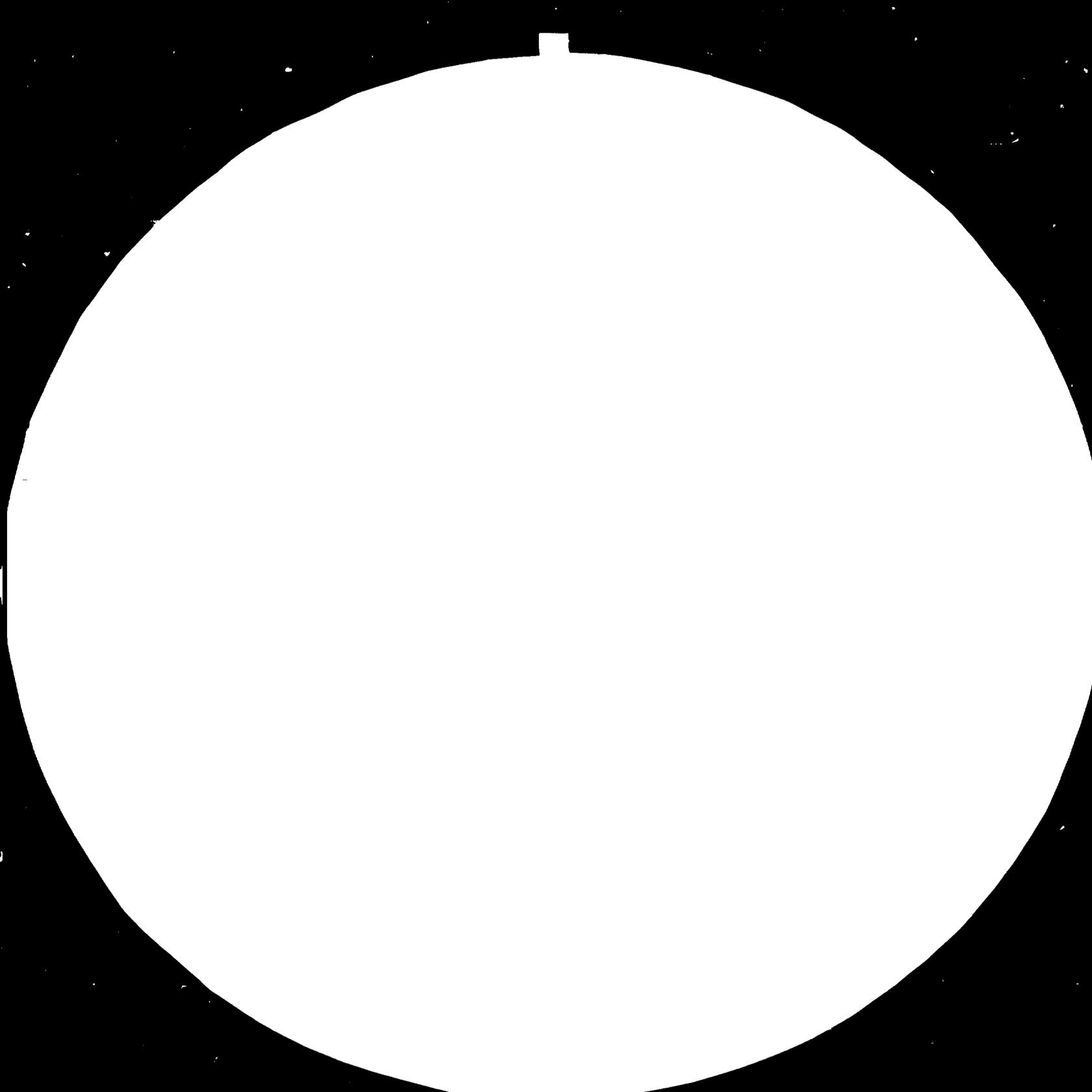
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



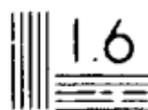
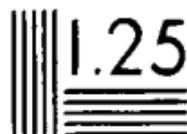


1.0 2.5

1.1 2.2



1.2 2.0



1.8 2.0 2.2 2.5 2.8 3.2 3.6 4.0 4.5 5.0 5.6 6.3 7.1 8.0 9.0 10.0

11.2 12.5 14.0 16.0 18.0 20.0 22.5 25.0 28.0 31.5 36.0 40.0 45.0 50.0 56.0 63.0 71.0 80.0 90.0 100.0

112.5 125.0 140.0 160.0 180.0 200.0 225.0 250.0 280.0 315.0 360.0 400.0 450.0 500.0 560.0 630.0 710.0 800.0 900.0 1000.0

1125.0 1250.0 1400.0 1600.0 1800.0 2000.0 2250.0 2500.0 2800.0 3150.0 3600.0 4000.0 4500.0 5000.0 5600.0 6300.0 7100.0 8000.0 9000.0 10000.0

Distr. RESTREINTE

DP/ID/  
28 juillet 1983  
Français

12933

PLAN DIRECTEUR D'INDUSTRIALISATION POUR LE CAMEROUN

PHASE PREPARATOIRE

DP/CMR/81/007

REPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN.

Etude sectorielle: Industrie de l'aluminium \*

Etabli pour le Gouvernement de la République Unie du Cameroun par  
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,  
organisation chargée de l'exécution pour le compte du  
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux de M. György Sigmond,  
expert ONUDI

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel  
Vienne

\* Ce document a été reproduit sans avoir fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

2711

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
I. LE SECTEUR EN GENERAL	1
I.1 Les possibilités technologiques	1
I.2 Les contraintes technologiques	3
I.3 Les contraintes d'équipement	3
I.4 Le contexte international du secteur	5
I.4.1 La situation dans le nord	5
I.4.2 Les coûts d'investissements	7
I.4.3 Le marché du sud et son évolution à terme	9
I.4.4 Le marché local	
II. LA SITUATION ACTUELLE DU SECTEUR	9
A. Bauxite	9
B. Alumine	13
III. IDENTIFICATION DES PRODUITS ET DE LEUR IMPACT DANS LES DIFFERENTS SECTEURS D'UTILISATION	16
1. Bauxite	16
2. Alumine	17
3. Aluminium	19
4. Demi-produits	19
IV. PHASE PREPARATOIRE DU PLAN DIRECTEUR GENERAL D'INDUSTRIALISATION	21
1. Objectifs	
2. Considérations générales	22
3. Arrière-plan et justification	23
4. Outputs du projet	24
V. EXEMPLE DE SCENARIO (à titre d'illustration)	41
V.1 Choix à priori d'hypothèses	41
V.2 Esquisse correspondante du secteur	42
V.3 Aspects financiers	46
CONCLUSIONS	50
ANNEXE 1	
LE PROGRAMME DE FORMATION SPECIALE DANS LE SECTEUR ALUMINIUM	54
1. Analyse par domaine	54
2. Synthèse de programme	62
3. Suggestions particulières	65

## I. LE SECTEUR EN GENERAL

### I.1 Les possibilités technologiques

#### Exploitation de la bauxite

La technologie de l'exploitation minière est la technologie typique d'exploitation à la surface qui consiste en les opérations suivantes:

- débroussage et décapage des terres;
- forage et tir;
- chargement et transport aux concasseurs;
- concassage (et amélioration);
- transport à l'usine d'alumine ou à l'exploitation;
- recultivation du territoire.

#### Transformation en alumine

Plus de 95 p. cent de l'alumine est produit de la bauxite comme matière première. La technologie adoptée pour produire plus de 90 p. cent de l'alumine dans le monde est le procédé Bayer.

La base de ce procédé est la solubilité des oxydes-hydrates d'aluminium,  $Al_2O_3 \cdot x H_2O$ , qui se trouvent dans la bauxite, dans les solutions de soude caustique (ou aluminat de soude). La solubilité est une fonction de la température de dissolution (nommée "attaque") et de la concentration de la solution d'attaque.

Aux températures et concentrations élevées, les oxydes-hydrates d'aluminium se dissolvent de la bauxite formant une solution sursaturée d'aluminat de soude et les autres constituantes de la bauxite peuvent être séparées sous forme d'un résidu dénommé "boue rouge".

La solution d'aluminat étant diluée et refroidie, elle se décompose en précipitant l'hydroxyde d'aluminium, qui peut être récupéré par filtration et calciné en alumine.

Dans le cas des bauxites gibbsitiques - comme le sont celles du Cameroun - la température d'attaque est seulement d'environ 140°. La concentration des solutions (liqueurs) est basse, ce qui facilite la production de l'alumine sableuse utilisée en proportions de plus en plus croissantes par des usines d'électrolyse modernes.

L'usine d'alumine contient six départements principaux:

- préparation de la pulpe bauxite/liqueur d'aluminate de soude;
- attaque;
- séparation et lavage de la boue rouge;
- décomposition de la liqueur d'aluminate filtrée et diluée;
- filtration et calcination;
- évaporation.

#### Electrolyse d'alumine

Le seul procédé appliqué pour l'électrolyse d'alumine afin de produire l'aluminium brut est le procédé Hall-Héroult.

L'alumine ( $Al_2O_3$ ) dissoute à 950°C dans un "bain" de cryolithe fondue est électrolysée (courant continu). Le métal se dépose au fond de la "cuve" d'électrolyse sur la cathode d'anthracite, l'oxygène brûle l'anode cuite de coke de pétrole et de poix. Le métal liquide est récupéré et transformé directement en produits laminés, ou coulé en plaques et billets, qui sont transportés vers l'usine de demi-produits.

Les usines d'électrolyse modernes utilisent exclusivement des anodes précuites.

#### Transformation du métal en demi-produits

Le métal liquide ou les billets fondus - après addition des autres métaux alliants - sont soumis aux opérations de transformation qui sont comme suit:

- laminage à chaud et à froid;
- filage à la presse;
- étirage et tréfilage;
- forgeage;
- laminage des feuilles minces.

Chacune des opérations peut être suivie des traitements thermiques et opérations de parachèvement. En combinaison avec les variantes des alliages qui peuvent se produire, cela donne des milliers d'espèces de demi-produits, dont la production suit toujours les exigences du marché.

### Produits finis

La plupart des demi-produits sont transformés en produits finis dans de petites entreprises de transformation, qui n'appartiennent pas à l'industrie d'aluminium proprement dite. Du point de vue de l'industrie d'aluminium, ce sont des sous-secteurs externes.

### I.2 Les contraintes technologiques

En ce qui concerne les matières premières et l'énergie nécessaires pour l'industrie d'aluminium, il n'y a pas de contraintes technologiques pour le Cameroun. La bauxite de bonne qualité se trouve en quantités immenses et toutes formes d'énergie primaire, hydrocarbures liquides, gaz naturel, énergie hydro-électriques, sont disponibles en quantités surpassant les exigences de l'industrie d'aluminium.

Quant aux matières secondaires, se sont des quantités relativement réduites qu'on doit importer ou produire des matières premières du pays ou importées:

- les explosifs et amorces électriques pour les besoins d'exploitation de la bauxite doivent être importés (170 à 200 kgs respectivement 350 à 400 pièces par 1000 t de bauxite);
- soude caustique: doit être importée ou fabriquée à partir du sel marin ou des sels importés du Congo, mines de Halle (40 à 70 kgs par tonne d'alumine en rapport avec la qualité de la bauxite);
- chaux: environs 30 kgs par tonne d'alumine peut être calcinée dans l'usine d'alumine à partir des calcaires du pays (si disponible) ou importés (50 à 60 kgs par tonne d'alumine);
- cryolithe (maximum 30 kgs par tonne d'aluminium brut) et fluorure d'aluminium (maximum 20 kgs par tonne) doivent être importées.
- anodes précuites pourraient être fabriquées à partir d'hydrocarbures du pays (cracking) ou importées (450 à 480 kgs par tonne d'aluminium)
- métaux d'addition et alliages-mères doivent être importés.

### I.3 Les contraintes d'équipement

La capacité d'une mine de bauxite n'a pas d'échelons préférentiels,

la capacité et le nombre des équipements peuvent être adaptés facilement à tous les niveaux de production. Ainsi la capacité de la mine de bauxite peut aller à partir des quelques millions de tonnes jusqu'à 20 millions de tonnes par an. La seule limitation est la quantité totale des réserves qui doit garantir d'habitude un minimum de 30 ans d'exploitation, et de ce point de vue, le Cameroun est dans une situation avantageuse.

Quant à l'usine d'alumine, la capacité minimale d'une usine d'alumine peut être considérée comme économique, ou d'une économie marginale, si elle produit 500 000 à 600 000 tonnes d'alumine par an. L'effet économique de la taille est très important de ce point de vue et on considère que les coûts d'investissement d'une usine deux fois plus grande seront seulement de 1,6 à 1,7 fois plus élevés.

L'échelon de taille suivant est de 1 m à 1,2 Mt/an, mais il faut noter qu'il y a des usines ayant une capacité de 800 à 900 Mt/an (notamment en Espagne et aux Etats Unis d'Amérique) et 1400 à 1500 Mt/an (en Australie).

Quoiqu'à présent la capacité de la plus grande usine du monde est de 2,4 Mt/an (Pinjerra, Alcoa of Australia), l'échelon peut être considéré comme illimité du haut. Par exemple, la troisième usine d'Alcoa of Australia Wagerup, fut construite pour une capacité de 500 000 t/an, mais atteindra une capacité de 4 Mt/an par des élargissements successifs jusqu'à l'an 2010.

La capacité des usines d'électrolyse peut varier plus flexiblement. La capacité minimale considérée de nos jours comme étant économique est de 100 000 t/an.

Une usine d'électrolyse est normalement composée de petites unités de cuves produisant 250 à 600 kgs de métal/cuve/an, ainsi que 180 ou 200 cuves liées en série composent normalement une série d'une capacité de 50 000 à 120 000 t de métal par an, selon l'intensité du courant électrique continu (100 à 230 kA) et ces séries peuvent être juxtaposées pour donner des usines de plus grande capacité, jusqu'à 800 000 t/an. L'effet de la taille y prévaut moins qu'en cas des usines d'alumine et la capacité maximale est théoriquement illimitée. La seule limitation est le montant élevé des coûts d'investissements associés aux usines d'électrolyse.

Le choix de la capacité des usines de demi-produits est le moins lié et s'adapte toujours aux exigences du marché.

Dans le cadre des usines de demi-produits, la capacité des laminoirs peut aller de quelques dizaines de milliers de tonnes par an jusqu'à 200 000 tonnes par an, selon le procédé adopté. La limitation est dans les coûts d'investissement. On doit ajouter que, alors que les usines d'alumine et d'électrolyse ont des produits finis qui ont approximativement la même qualité dans tout le monde entier, l'assortiment des demi-produits est toujours très varié non seulement selon leur dimension et leur forme, mais aussi selon la grande variété des alliages d'aluminium qui leur servent de base.

Cette grande variété des produits associée avec la variété des équipements se répète aussi dans le cas des usines de filage. Leur capacité peut varier de 10 000 à 100 000 tonnes par an avec les possibilités de multiplication et les produits sont: barres, tubés, conducteurs, fils et câbles à partir des alliages très variés et toujours en fonction des exigences du marché. C'est la même chose qui peut être répétée dans le cas des usines d'étirage et de tréfilage produisant des fils pour les câbles. L'importance et la capacité des usines de forgeage est moindre, leur capacité s'adapte aussi aux exigences du marché et peut être variée à souhait. La capacité des unités de production est plus réduite et le même équipement peut servir pour la fabrication des produits totalement différents. Les unités de production des tôles minces ont une capacité réduite, quelques milliers de tonnes par an.

#### I.4 Le contexte international du secteur

##### I.4.1. La situation dans le nord

L'aluminium est un produit d'importance stratégique dans le monde. L'industrie d'aluminium est caractérisée en général par:

- caractère vertical;
- allocation inhomogène des réserves de bauxite;
- dépendance des possibilités d'approvisionnement d'énergie;

- environnement capable d'absorber les produits de l'industrie d'aluminium;
- grande concentration du capital;
- organisation intense, multinationale de la production du marché.

Comme conséquence de l'allocation inhomogène des réserves de bauxite, les frais de transport jouent un rôle prépondérant dans les phases inférieures de l'industrie.

Quoique seulement 54 p. cent de la bauxite est produite dans des pays développés (Europe, Asie du Nord, Amérique du Nord et Australie), plus de 80 p. cent d'alumine et plus de 90 p. cent de métal sont produits dans les pays du Nord, c'est à dire la majorité de la bauxite produite en pays en voie de développement est transformée en alumine et en aluminium en pays développés à une grande distance des réserves.

Le flux élevé des produits entre les continents se dirige vers trois zones géographiques - Amérique du Nord, Europe Occidentale et Japon qui constituent en même temps les plus grands marchés de transformation et d'utilisation de l'aluminium.

Quoique les sources hydroélectriques bon marché se trouvent en majorité dans les pays en développement, il est évident que c'est seulement un des points de vue considérés lors de la décision d'établissement des usines d'électrolyse. Les zones industrielles développées du Nord offrent d'autres avantages: les services nécessaires au fonctionnement des usines, l'infrastructure développée du transport indispensable à l'approvisionnement des matières secondaires et à la mise en vente des produits, un marché local assuré, les risques minimum de mise de fonds et la sécurité d'approvisionnement en énergie. Tous ces points ont pour conséquence que les groupes de capitaux multinationaux ne forcent pas l'établissement des usines d'alumine et d'électrolyse dans les pays en développement à l'heure actuelle.

C'est justement à ce point qu'un pays en développement disposant de toutes les ressources de matières premières et d'énergie doit s'enchaîner dans le commerce local, régional et international en établissant une industrie d'aluminium intégrée.

Quoiqu'environ 70 p. cent de l'industrie d'aluminium du monde est détenue par six entreprises monstres (ALCOA, Reynolds, Kaiser, Alcan, Alusuisse et Pechiney U.K.), le domaine des entreprises outre les "grands six" et appartenant en majorité aux états, est en augmentation constante. Cette situation caractéristique dans les pays socialistes peut déjà être trouvée aussi dans quelques pays à économie de marché, par exemple en République Fédérale d'Allemagne.

#### I.4.2 Les coûts d'investissements

Les coûts d'investissement d'une mine ou d'une usine varient en fonction de la capacité. Dans les conditions actuelles d'inflation et de stagnation de l'industrie, il est presque impossible de donner des coûts précis, et les coûts donnés ci-dessous sont des estimations. Dans tous les cas, on a fait abstraction des investissements d'infrastructure et des coûts de transport d'équipement et de matières premières, qui sont concevables seulement pendant l'exécution des études sectorielles.

##### Mine de bauxite

Les coûts d'investissements estimés pour une mine de bauxite sont évalués comme suit:

Capacité Mt/an de bauxite	1,8	18
Coûts spécifiques d'investissements \$/t/an	28	17
Coûts totaux M/\$	50	306

Ces coûts ne sont pas beaucoup plus élevés que ceux des mines du Nord, parce que les équipements nécessaires ne sont pas spécifiquement construits pour les usines de bauxite et peuvent être procurés tout faits dans la majorité des ateliers de construction du monde, même dans les pays en développement (par exemple en Inde) ou dans les pays socialistes.

Usine d'alumine

Coûts d'investissements estimés:

Capacité MT/an d'alumine	600 000	3 000 000
Coûts d'investissements spécifiques \$/T/an	900	600
Coûts totaux M \$	540	1 800

Etant donné que la majorité des équipements d'une usine d'alumine est fournie de bacs et de réservoirs, et seulement quelques équipements spéciaux (évaporateurs, fours de calcination, etc.) doivent être procurés dans des ateliers spécialisés, ces coûts d'investissement sont seulement de 10 à 20 p. cent plus élevés que dans les usines du Nord.

Usine d'électrolyse

Coûts d'investissements estimés:

Capacité t/an d'aluminium	100 000	500 000
Coûts spécifiques d'investissements \$/t/an	4 000	3 000
Coûts totaux M\$	400	1 500

Comme on doit acheter la plus grande partie des équipements dans le Nord, les coûts d'investissement sont de 40 à 50 p. cent plus élevés que ceux des usines du Nord, mais on peut les réduire en construisant des usines d'alumine et d'électrolyse juxtaposées et alors on arrive aux coûts d'investissements plus réduits présentés ci-dessus.

Usine de demi-produits

Les coûts d'investissement d'une usine de demi-produits ne peuvent être déterminée qu'après avoir pris connaissance de l'étude de marché. Les équipements seront choisis selon l'assortiment de produits et les coûts d'investissements peuvent varier entre 2 000 et 4.000 \$/t/an. La majorité des équipements peut être procurée des ateliers les plus divers. Les chiffres ci-dessous sont présentés seulement à titre d'exemple:

Capacité t/an de demi-produits	100 000	500 000
Coûts spécifiques d'investissements \$/t/an	3 500	2 600
Coûts totaux M \$	350	1 300

#### I.4.3 Le marché du Sud et son évolution à terme

On peut constater que le Cameroun est déjà le centre de répartition d'aluminium en Afrique Centrale surtout dans les pays de l'UDEAC. Quoique la quantité des produits exportés - tôles, bobines, disques, articles de ménage, etc... - vers les pays d'Afrique Centrale (Congo, Centrafrique, Côte d'Ivoire, Gabon et Tchad) est assez réduite à présent, s'élevant seulement à quelques milliers de tonnes par an, la demande en produits d'aluminium est en hausse dans ces pays. On peut prévoir que le taux de croissance de la consommation, qui a plafonné de 40 à 50 p. cent au Congo et au Gabon, se stabiliserait à 20 p. cent vers 1985 dans ces pays et à 8 à 10 p. cent en République Centrafricaine et les autres pays.

#### I.4.4. Le marché local

Le marché local consomme environ 80 p. cent de demi-produits des usines de transformation camerounaises: SOCATRAL, ALUBASSA et CMTC. L'accroissement de la consommation est assez rapide et avec le taux de croissance actuel d'au-dessus de 10 p. cent par an, on arriverait à une consommation locale de 200 000 tonnes par an vers l'an 2000.

Mais dans tous ces pays producteurs d'aluminium, on peut constater qu'après une croissance rapide, le taux de croissance tend à se stabiliser et il est raisonnable de prévoir seulement un taux de croissance annuel de 5 à 6 p. cent dans l'avenir, qui donnera une consommation de 100 000 à 120 000 tonnes par an vers l'an 2000.

## II. LA SITUATION ACTUELLE DU SECTEUR

### A. Bauxite

Alors que le Cameroun possède d'immenses réserves de bauxite, l'exploitation de ces ressources minérales n'est pas encore commencée. Dans le cinquième plan quinquennal, on estime la quantité totale des réserves à 900 Mt environ, dont 800 Mt sont des réserves prouvées dans la région de l'Adamaoua Plateau, Minim-Martap, de bonne qualité:

alumine extractable environ 45 p. cent, silice inférieure à 3 p. cent; et environ 80 Mt à l'Ouest: à Forgo-Tongo, Dschang, Foumban, Bangam aussi de bonne qualité, mais de silice au dessus de 3 p. cent, dont l'évaluation par le Ministère des Mines est en train de se faire.

D'autres sources parlent de 20 milliards de tonnes, dont 900 Mt sont prouvées et probables.

Selon J. Lozce, les réserves totales du Cameroun montent à 1,880 Mt, constituant environ 5 p. cent des réserves mondiales. De ce point de vue, le Cameroun occupe la sixième place dans le monde, suivant la Guinée, l'Australie, le Brésil, la Jamaïque et les Indes.

#### Bauxites de l'Adamaou Plateau

Selon le rapport de SEBACAM élaboré en 1973, à Minim-Martap, sur les 11 plateaux d'une superficie totale de 3 100 hectares qui ont fait l'objet de sondages systématiques, les réserves certaines sont estimées à 560 Mt pour une teneur de coupure sur alumine à 35 p. cent.

La qualité de cette bauxite se présente comme suit:

- alumine totale	48,6 p. cent
- alumine solubilisée	45,5 p. cent
- silice réactive	1,8 p. cent
- maximum d'alumine extractée	43,7 p. cent

Ceci correspond aux consommations par tonne d'alumine produite comme suit:

- 2,660 tonnes de bauxite à 10 p. cent d'humidité
- 54 kgs de soude (100 p. cent NaOH)
- 25 kgs de chaux (ou 45 kgs de calcaire).

Sur les 15 autres plateaux d'une superficie totale d'environ 2.400 hectares, sur lesquels seulement un certain nombre de puits avaient été réalisés, la présence de bauxite est connue et l'on peut estimer qu'ils représentent une possibilité de réserves d'environ 200 M tonnes d'un minéral de qualité inférieure à celles des plateaux prospectés.

A Ngaou'Ndal, trois plateaux ont fait l'objet de sondages systématiques et les réserves certaines sont estimées à 120 Mt pour une teneur de

coupure sur alumine de 35 p. cent.

- alumine totale	43,6 p. cent
- alumine solubilisée	40,1 p. cent
- silice réactive	0,9 p. cent
- maximum d'alumine extractible	39,2 p. cent

Ceci correspond aux consommations par tonne d'alumine produite comme suit:

- 3 tonnes de bauxite à 10 p. cent d'humidité
- 37 kgs de soude (100 p. cent NaOH)
- 27 kgs de chaux (ou 48 kgs de calcaire)

Le rapport de SEBACAM conclut que sur la base des réserves certaines, soit 560 Mt, on aurait 37 ans d'activité même à la cadence de 15 Mt/an, et les réserves probables estimées représenteraient 13 ans d'activités supplémentaires aux cadences de 15 Mt/an. On a donc, même à un niveau de production de 15 Mt/an, la garantie d'au moins 50 ans d'exploitation.

Quant à Ngaou'Ndal, les réserves estimées, soit 200 Mt, représenteraient 40 ans d'activité supplémentaires aux cadences de 5 Mt/an. Une réexamination du rapport par SEBACAM est en cours.

#### Bauxites de l'Ouest

Selon les renseignements reçus de bonnes sources, ALCAN ALUMINIUM D'Afrique et du Moyen Orient, en coopération avec la Sous-Direction de la Géologie (Ministère des Mines et de l'Energie) est en train d'élaborer une étude de factibilité, dont la première phase, une étude de pré-factibilité est déjà achevée.

A Fongo-Tongo et ses alentours immédiats, on a vérifié l'existence de réserves de bauxite prouvées, dont la quantité monte à 50 Mt en état amélioré. La qualité de la bauxite améliorée se présente comme suit:

- alumine extractable 49 p. cent (trihydrate)
- silice réactive 1,8 - 1,9 p. cent

ce qui correspond aux consommations par tonne d'alumine produite comme suit:

- 2,4 à 2,5 tonnes de bauxite à 10 p. cent d'humidité
- environ 70 kgs de soude (100 p. cent NaOH)

Problèmes d'infrastructure en relation avec l'exploitation de la bauxite

Les problèmes les plus graves qu'on rencontre à l'exploitation de la bauxite, sont les problèmes d'infrastructure. Ni la capacité des ports, ni celle des chemins de fer ne peut satisfaire, à l'heure actuelle, les exigences de transport et d'exportation de millions de tonnes de bauxite.

Ports

La situation actuelle se caractérise par l'existence d'un port largement dominant, Douala-Bonabéri, qui assure environ 90 p. cent du trafic maritime du pays, des ports secondaires de Kribi et Tiko-Victoria, et le port fluvial de Garoua.

Le trafic de ces ports en 1979 était comme suit:

<u>Marchandises (kt)</u>	<u>Douala</u>	<u>Kribi</u>	<u>Tiko-Victoria</u>	<u>Total</u>
Importations	2.238	6,6	2,2	2.246,8
Exportations	<u>902</u>	<u>167,1</u>	<u>21,1</u>	<u>1.020,2</u>
Total	3.140	173,7	23,3	3.337,0

Chemin de fer

Le problème de transport de la bauxite des gisements à l'un des sites portuaires envisageables n'est guère moins grave. La ligne transcamerounaise actuelle qui relie Ngaoundéré à Douala est longue de 947,5 km et la ligne de l'Ouest reliant Douala à Nkongsamba et à Kumba est longue de 200,5 km. La ligne n'est reliée ni aux gisements de Minim-Martap, ni à ceux de l'Ouest. Chacune de ces lignes est à voie étroite (écartement de 1m), la charge par essieu est de 15 tonnes.

Quelques solutions possibles de transport seraient:

- utilisation des voies Transcam-Fercam en réalisant les embranchements permettant le raccordement du Transcam aux gisements et à un port nouveau de grande capacité, en adaptant les voies et les ouvrages d'art existant à une charge par essieu de 22,5 tonnes;
- doublement des voies Transcam-Fercam et réalisation des embranchements nécessaires;

- création d'une voie directe spécialisée dont les caractéristiques techniques permettraient le transport de tonnages élevées par convois lourds: écartement normal (1,44 m) acceptant une charge par essieu de 30 tonnes.

#### Routes

On estime qu'il existe au Cameroun 65.000 km de routes et pistes dont environ 6.200 km sont des routes nationales. Actuellement, environ 2.500 km de routes sont goudronnées. Par suite de l'insuffisance d'entretien, le réseau routier camerounais est médiocre. Dès lors certaines zones du pays sont anaccessibles au transport routier et en fait à tout transport; lorsque le transport demeure possible, les délais d'acheminement sont longs, l'usure du matériel rapide et par conséquent les coûts de transport élevés.

La signalisation routière est insuffisante, voire inexistante sur de nombreux axes routiers.

#### Conclusions du rapport de SEBACAM sur l'exploitation de la bauxite

Le rapport de SEBACAM, en grèvant le prix de revient de la bauxite de tous les investissements d'infrastructure, a constaté que la bauxite de Minim-Martap ne semblait pas commercialisable à un prix valable en ce temps-là, même à un niveau de production de 15 Mt/an.

#### B. Alumine

Au Cameroun, il n'y a pas de production d'alumine non plus. Le rapport de SEBACAM de 1973 contient des considérations intéressantes sur la transformation en alumine de la bauxite de Ngaou'Ndal et de Minim-Martap, mais la conclusion finale du rapport était que le prix de revient d'alumine se situait mal dans les conditions économiques d'alors.

#### Transformation en alumine de la bauxite de l'Ouest

A la base de l'étude pré-factibilité d'ALCAN ALUMINIUM, on prévoit l'installation d'une usine d'alumine de 400 000 tonnes par an dans le voisinage de Dschang.

Activités existant dans le secteur

(1) Electrolyse d'aluminium

Quoique le Cameroun ne possède pas de mines de bauxite et d'usines d'alumine, l'électrolyse de l'alumine pour produire le métal était commencée en 1957 sur l'alumine importée de Guinée. L'usine est la propriété d'ALUCAM. Sa capacité a été élevée naguère à 84.000 tonnes par an, ce qui nécessite l'importation d'environ 170.000 tonnes d'alumine. Un doublement de la capacité de l'usine dans l'avenir est envisageable.

L'usine satisfait les exigences de l'usine de transformation de SOCATRAL de 30 000 tonnes de métal par an et le reste est exporté en forme de billets.

L'importation de l'alumine et les frais de transport inhérents constituent une charge sensible sur le prix de revient du métal, mais ALUCAM profite d'un prix d'électricité très favorable, soit 1,90 FCFA par kWh (environ 5,4 mills par kWh). Il faut remarquer que ce prix d'énergie hydroélectrique est situé entre les plus favorables au monde.

L'étude de pré-factibilité d'ALCAN ALUMINIUM prévoit la production de 200 000 tonnes par an de métal par électrolyse.

(2) Transformation d'aluminium en demi-produits

SOCATRAL a installé une usine de demi-produits. Sa capacité est d'environ 30 000 tonnes par an à présent, dont une partie satisfait les besoins du Cameroun et le reste est exporté.

L'étude de pré-factibilité d'ALCAN ALUMINIUM prévoit la transformation de 200 000 tonnes par an du métal en demi-produits.

Production électrique

Le Cameroun dispose d'un potentiel hydroélectrique suffisant pour couvrir l'ensemble des besoins du pays pendant plus d'une cinquantaine d'années. Mais l'alimentation du pays en électricité demeure subordonnée à la construction d'infrastructure de transport d'énergie appropriée.

La puissance énergétique installée au Cameroun à la fin du quatrième plan était de 265 mW hydraulique et de 72 mW thermique, soit 337 mW d'énergie électrique: Song Loulou et Lagdo étaient retenus dans le quatrième plan, mais ne se termineront qu'au cours du cinquième plan. La puissance hydroélectrique totale sera alors de 384 mW.

Actions déjà programmées dans le cinquième Plan:

Industrie d'aluminium

Le cinquième plan ne prévoit aucune production nationale de bauxite, d'alumine ou d'aluminium. Des actions préparatoires qui ont pour but d'approfondir la connaissance des gisements et de leur donner priorité sont incluses dans le cinquième plan.

Afin de justifier la base de profitabilité du projet proposé par SEBACAM, le cinquième plan prévoit une réexamination du rapport de SEBACAM pendant la durée du Plan, eu égard au fait qu'il y a beaucoup d'éléments nouveaux dont SEBACAM ne pouvait tenir compte en 1972 et qui doivent être inclus dans la révision de la profitabilité du projet Minim-Martap:

- la crise de l'énergie
- les changements dans le prix mondial de la bauxite
- le fait que certains partenaires pourraient être intéressés dans le projet.
- les changements dans les besoins d'ALUCAM.

Quant à la bauxite de l'Ouest, le cinquième plan indique que des études sont en cours et on confirme l'existence des réserves connues avant l'Indépendance.

Ports

Au cours du quatrième plan, une étude portant sur la création éventuelle d'un port spécialisé à Cap Limboh a été réalisée. Une autre étude portant sur la création d'un port en eau profonde au voisinage de Rocher-du-Loup (sud de Kribi) est en cours et la première tranche des travaux est prévue en 1984.

### Chemin de fer

Les projets retenus dans le cinquième plan contiennent la construction de la nouvelle gare de Douala, l'extension du quai, quelques opérations de rectification et les études d'une liaison ferroviaire Bangui-Océan, ainsi que d'une voie ferrée Douala-Nkongsamba-Guest, Cameroun.

### Routes

Un important programme de construction de routes bitumées est en cours avec notamment les deux opérations majeures que sont les routes Douala-Yaoundé et Yaoundé-Bafoussam

### Projets d'énergie

Investissements prévus dans le cinquième plan:

- a) études générales:
  - 4 barrages réservoirs sur la Sanaga; avant-projet détaillé;
  - aménagement hydroélectrique de 4 000 à 5 000 kWh, avant-projet détaillé.
- b) aménagements hydroélectriques
  - extension de Song-Loulou
  - construction du barrage réservoir sur la Mapo

### Perspectives

Les sites déjà inventoriés dans le cinquième plan recèlent des potentiels allant jusqu'à 2.600 MW de puissance installée. Mais on prévoit que les ressources hydroélectriques qui ne sont pas inventoriées peuvent être évaluées à des puissances d'un ordre de grandeur beaucoup plus élevé. Par exemple même dans la région des fleuves Sanaga et Nyong, on prévoit des puissances de l'ordre de 20 000 MW.

## III IDENTIFICATION DES PRODUITS ET DE LEUR IMPACT DANS LES DIFFERENTS SECTEURS D'UTILISATION

### 1. Bauxite

- a) sous-secteurs internes: il n'y a pas de sous-secteurs internes parce que ce type de bauxite ne peut être utilisé que pour la

production de l'alumine.

- b) 1° sous-secteurs externes: à l'amont
- géologie de la bauxite
  - infrastructure.
- 2° sous-secteurs externes: à l'aval
- extraction
  - exportation
  - protection de l'ambiance
  - recultivation.

2. Alumine

a) sous-secteurs internes:

- |  |   |   |
|--|---|---|
| - hydrate d'alumine tel quel   | } | industrie chimique  |
| - hydrate d'alumine séché  |   | industrie des explosifs   |
| - chlorure d'aluminium   | } | industrie chimique  |
| - autres sels  |   |   |
| - sulfate d'aluminium  | } | papeterie   |
|  |   | épuration d'eau   |
|  |   | industrie textile   |
|  |   | industrie chimique  |
|  |   | stéarate d'aluminium, alun, etc...                                    |
| - Alumines spéciales   | } |   |
| . absorbants   |   | industrie textile, industrie  |
| . déshydratants  |   | des matières plastiques,  |
| . supports de catalyseurs  | } | industrie chimique,   |
|  |   | pharmaceutique, cosmétique,   |
|  |   | céramique, de caoutchouc, papeterie, etc...                           |
| - électrocorindon, mullite et produits secondaires   | } | industrie des abrasifs, des réfractaires, céramique, verrerie, etc... |
|  |   |   |
| - vanadium   | } | alliages d'acier, industrie chimique                                  |
| - gallium  | } | industrie électronique  |
| - boue rouge: c'est un refus qui se forme en quantités qui approchent la quantité d'alumine produite (p.e. environ 0,9t boue rouge sèche/t d'alumine pour les bauxites de Minim-Martap). |   |   |

Le stockage de cette boue rouge en état humide (50 p. cent d'humidité) exige environ  $1,2 \text{ m}^3$  de volume par tonne d'alumine produite. Cela veut dire qu'en cas d'une production d'alumine de  $1,2 \text{ Mt/an}$ , on doit assurer un volume de stockage de  $1,44 \text{ Mm}^3/\text{an}$ .

Malheureusement ce refus n'a trouvé aucune utilisation à grande échelle industrielle jusqu'à présent. A la base d'une invention l'élaboration d'un projet SIS financé par l'ONUDI est en train, afin d'examiner les possibilités de transformation de boue rouge produite en Jamaïque en blocs, carreaux, drains et autres produits céramiques lourds. La boue rouge peut être mêlée aux matières premières de la fabrication des briques, du ciment et des masses bitumiques pour la construction des routes.

L'utilisation des boues rouges ayant environ 50 p. cent de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en matière sèche dans l'industrie sidérurgique est résolue du point de vue technique, mais par suite de frais d'investissements inhérents très élevés, aucune usine dans ce but n'a été mise en marche jusqu'à présent.

b) 1<sup>o</sup> sous-secteurs externes: à l'amont

- bauxite
- hydrocarbures liquides et gazeux
  - . produits de raffinage
  - . gaz naturel
- soude caustique
- chaux ou calcaire
- farine
- importations
- infrastructure.

2<sup>o</sup> sous-secteurs externes: à l'aval

- exportations d'alumine et ses produits secondaires
- protection de l'ambiance en premier lieu stockage ferme des boues rouges, aménagement et recultivation du territoire.

3. Aluminium

a) sous-secteurs internes

- plaques
- billets
- métal liquide
- produits de coulée suivie de laminage en continu.

b) 1° sous-secteurs externes: à l'amont

- alumine
- cryolithe d'aluminium
- fluorure d'aluminium
- énergie hydroélectrique
- hydrocarbures solides, liquides et gazeux
  - . produits de raffinage de pétrole
  - .. coke en pétrole
  - .. poix
  - .. fuel
- . gaz naturel
- cathodes
- importations
- infrastructure

2° sous-secteurs externes: à l'aval

- exportations
- protection de l'environnement

4. Demi-produits (transformation de l'aluminium)

a) sous-secteurs internes

- produits coulés
  - . plaques
  - . billets
- produits laminés et produits de coulés suivie de laminage en continu
  - . tôles
  - . bandes
  - . disques
  - . fils

- produits filés par presse
  - . fils
  - . barres
  - . tubes
  - . profilés
- produits étirés et tréfilés
  - . conducteurs
  - . rivets
- produits forgés
  - . pièces de construction d'avions et d'automobiles
  - . armatures
  - . accessoires, etc...
- feuilles minces.

b) 1° sous-secteurs externes: à l'amont

- plaques
- billets
- métal liquide
- alliages-mères
- métaux d'addition
- hydrocarbures liquides et gazeux
  - . produits de raffinage de pétrole
    - .. fuel
    - .. lubrifiants
  - . gaz naturel
- énergie hydroélectrique
- importations
- infrastructure

2° sous-secteurs externes: à l'aval

- secteur industrie générale (fils de soudage, rivets, vis, boulons, écrous, etc...)
- électrotechnique, électronique (barres, câbles, fils, lanternes, etc...)
- chaudronnerie industrielle (profilés, plats, etc...)
- transports (avions, automobiles, wagons, containers, bateaux, citernes, etc...)

- agriculture (tubes d'irrigation, réfrigérateurs, etc...)
- architecture (portes, fenêtres, profilés, objets décoratifs, halles, pavillons d'exposition, etc...)
- bien-être général (réfrigérateurs, objets de chaudronnerie, etc...)
- arts décoratifs (objets décoratifs, bijoux, broderie, etc...)
- artisanat (bijoux, tissus, etc.)
- circulation (signaux de route, tableaux, clôtures, etc...)
- commerce (tapages, emballages, pots, fûts, etc...)
- exportation de demi-produits
- protection de l'environnement

#### IV PHASE PRÉPARATOIRE DU PLAN DIRECTEUR GÉNÉRAL D'INDUSTRIALISATION

##### Secteur: Industrie d'aluminium

##### 1. Objectifs:

##### A. Objectif de développement

Le gouvernement de la République Unie du Cameroun a décidé de faire de l'industrialisation un des facteurs décisifs de l'accélération de la croissance économique du pays et de créer un développement autocentré donnant à l'Etat camerounais et aux opérateurs nationaux la maîtrise et le contrôle du développement.

Les priorités principales de cette industrialisation sont:

- a) priorité aux industries contribuant à l'établissement d'une base industrielle nationale et permettant d'engendrer une industrialisation autonome, autoentretenu et peu soumise aux forces extérieures;

renforcement des relations inter-industrielles par le développement volontariste des industries de base;

établissement des relations inter-sectorielles entre l'industrie et les autres secteurs-clés de l'économie: transport, bâtiments, construction, etc...

- b) priorité aux industries résultant de la transformation des matières stratégiques du Cameroun.

Pour cet effet, quatre domaines sont déclarés secteurs-clés dans la stratégie du développement adoptée par la République Unie du Cameroun (la forêt, le fer, l'aluminium et les hydrocarbures) dont la mise en valeur exercera des effets d'entraînement dans les autres secteurs, et contribuera à la constitution d'un tissu industriel dynamique capable de répondre aux besoins du pays - développement des sous-secteurs agro-industriels, de la petite et moyenne industrie, des infrastructures, des transports et de l'énergie.

Chacun de ces secteurs-clés doit être examiné et des actions à lancer dès le départ esquissées en faisant ressortir chaque fois les interactions (secteurs entre eux, autres secteurs).

Quant au secteur-clé aluminium, la consommation mondiale d'aluminium est en croissance constante; les prévisions indiquent un surplus d'exigences de 20 à 30 mt par an de 1982 jusqu'à l'an 2000.

Il y a donc pour le Cameroun, bien placé sur le plan des minéraux, d'hydrocarbures et de l'énergie électrique, une opportunité extraordinaire qui se passe de commentaires.

#### B. Objectifs immédiats

Pour transformer ces idées en véritable plan (dimensionnement, phasage, moyens à mettre en oeuvre, mise en oeuvre opérationnelle, ordonnancement de détail, contrôle du suivi, etc...) des études détaillées sont indispensables.

C'est-à-dire l'objectif immédiat du Projet est de faire préparer des études relatives aux filières de l'industrie d'aluminium ayant pour but final des investissements nouveaux qui établissent le bilan de la réalisation d'une industrie d'aluminium au Cameroun.

#### 2. Considérations spéciales

Une première condition qui doit être satisfaite de la part du Gouvernement est de procéder immédiatement à la formation de spécia-

cialistes camerounais dans le secteur-clé d'aluminium. Ces spécialistes se rattacheront au moment opportun à l'élaboration des études sectorielles afin de maîtriser les aptitudes nécessaires pour le contrôle des études et leur réalisation. Un "programme de formation spécial" de cadres supérieurs a été esquissé, destinés à constituer le premier noyau qui sera mis en service réel en même temps que démarrera la mise en oeuvre du Plan. L'idéal est que ces cadres formés spécialement seront disponibles dès la période de synthèse générale pour les faire participer activement aux études, négociations, mise en place des structures qui s'effectueront à cette époque.

Le projet contribuera à l'encouragement de la coopération des pays en développement par l'approvisionnement en aluminium de ces pays. Il est à noter qu'à l'exception de la Guinée (alumine), du Ghana, de l'Egypte et de l'Afrique du Sud (aluminium), les autres pays de la région ne disposent pas d'usines produisant de l'aluminium et leur approvisionnement de ce métal se fait par des importations, à frais élevés, des pays d'outre-mer.

### 3. Arrière-plan et justification

Le Cameroun possède d'immenses réserves de bauxite, occupant à cet égard la sixième place dans le monde, ainsi que des hydrocarbures liquides et gazeux et des potentiels hydroélectriques à peu près illimités. Quoique l'existence réunie de ces trois facteurs entraînerait normalement la réalisation d'une industrie d'aluminium bien développée l'exploitation de ces ressources naturelles à ces fins est très limitée pour le moment.

La quantité totale des réserves de bauxite prouvées et probables approche un milliard de tonnes et les réserves prouvées sont d'une bonne qualité avec une alumine extractable de 39 à 49 p. cent et silice réactive de 0,9 à 2 p. cent. L'exploitation de ces réserves n'est pas encore commencée.

La Société SEBACAM élaborait en 1972 un rapport détaillé des possibilités d'exploitation des bauxites de Minim-Martap et de Ngaou'Ndal,

qui constituent la majorité des réserves prouvées et probables, et de leur transformation en alumine. La conclusion de ce rapport est que ni la bauxite, ni l'alumine produits au Cameroun ne semblaient être commercialisables dans les conditions financières d'alors.

Or, entretemps, beaucoup d'éléments nouveaux se sont ajoutés dont SEBACAM ne pouvait tenir compte en 1973: la création d'IBA, la hausse des prix de la bauxite, la crise d'énergie et le fait que certains partenaires seraient intéressés par le projet. C'est pour cela que les études doivent être complètement répétées et élargies pour les autres réserves, afin que cette révision donne une analyse conforme aux conditions techniques et économiques actuelles.

La conclusion négative du rapport de SEBACAM a découragé les investissements et a contribué dans une certaine mesure au fait que ni l'exploitation de la bauxite, ni la production de l'alumine n'ont été commencées jusqu'à présent. Dans le cadre de l'industrie de l'aluminium, on a exploité seulement un des trois facteurs mentionnés plus haut, l'énergie électrique bon marché, en installant une usine d'électrolyse (ALSCAM) dont la capacité s'était élevée à environ 20 Kt/an et une usine de transformation de l'aluminium (SOCATRAL), laquelle transforme le métal en demi-produits. Or dans ce domaine, la seule possibilité d'un développement auto-centré est la création d'une industrie d'aluminium nationale intégrée mettant à profit les éléments nouveaux favorables, avant tout, la production croissante des hydrocarbures, les potentialités de production nationale de soude caustique, de coke de pétrole, de poix.

Ce projet contribuera à l'approvisionnement en aluminium de la région en accord avec les mandats donnés à l'ONUDI dans la Déclaration de Lima

#### 4. Outputs du projet

Afin que le projet atteigne ses objectifs immédiats, la première tâche est l'élaboration des études sectorielles. L'Institut technique, (le bureau d'études) qui entreprendra cette tâche assemblera les données de base sur place, élaborera son étude en coopération avec les

organes gouvernementaux d'une part sur place, d'autre part à son quartier général, présentera son étude à Youndé à la date prescrite et défendra l'étude devant l'organe désigné par le Gouvernement.

Dans le cadre de l'industrie de l'aluminium, on élaborera six études au total, comme suit:

1. Etude de marché
2. Etude géologique
3. Etude minière
4. Etude alumine
5. Etude électrolyse
6. Etude demi-produits.

Comme la sélection de l'institut (bureau d'études) qui élaborera chacune des études, est l'option commune de l'ONUDI et du Gouvernement Camerounais, on doit présumer que l'élaboration de ces études pourrait être répartie entre différents établissements. C'est pour cela que l'élaboration des variantes d'hypothèses de production, de tailles d'usines, de problèmes logistiques, d'investissements, de programmes de réalisation, de mise en marche ainsi que la réalisation des usines est exigée pour chaque étude individuelle.

Ainsi une coopération entre divers établissements est indispensable et une entrevue à cet effet sera organisée par le gouvernement au démarrage des études pour assigner les principes généraux en conformité avec le Plan Directeur Général. Le momenta de cette entrevue constituera une des données de base des études.

a) Etudes sectorielles à l'intérieur du secteur stratégique

1. Etude de marché

Les études requises pour l'exploitation intégrée des gisements de bauxite du Cameroun devraient consister en une première phase en une étude de marché international pour trouver d'une part des débouchés sinon sûrs, du moins probables, pour la bauxite, l'alumine et l'aluminium camerounais, et d'autre part pour identifier les importateurs de ces produits qui trouveraient avantage à prendre des participants dans le projet.

Cette étude identifierait les pays qui se proposent d'établir des usines d'électrolyse, mais qui ne produisent pas d'alumine. C'est le cas de plusieurs pays du Golfe Arabe.

Par ailleurs certains vendeurs d'équipement, notamment dans les pays socialistes, sont prêts à délivrer le know-how et des équipements en échange de la livraison de bauxite ou d'alumine.

Dans d'autres pays (par exemple le Japon) les responsables de l'industrie d'aluminium trouvent de plus en plus avantageux de prendre des participations dans des usines d'électrolyse installées dans des pays où le prix de l'énergie n'est pas cher. En ce qui concerne le placement des lingots d'aluminium, il est suggéré aussi que les consultants rencontrent les responsables des grandes firmes d'aluminium pour discuter des possibilités d'achat de lingots.

Cette étude suggérerait aussi les diverses formes d'association possibles, que le Gouvernement camerounais pourrait établir avec les grands producteurs d'aluminium pour la réalisation de ces divers projets industriels.

Termes de référence de l'étude de marché.

- Réserves de bauxite dans le monde;
- Exploitation de bauxite, production d'alumine, d'aluminium, et de demi-produits dans les différents pays du monde;
  - . capacités
  - . production actuelle
  - . élargissements projetés
  - . projets d'établissement des usines nouvelles
- Estimation des prix des produits de l'industrie d'alumine jusqu'à l'an 2000
- Le Marché d'aluminium à présent et les changements prévus jusqu'à l'an 2000
  - . dans le pays
  - . dans la région (pays de L'UDEAC)
  - . dans d'autres pays d'Afrique et d'Outre-mer

- négociations avec les partenaires présumés au sujet de l'importation des produits camerounais sur base de contrats à long terme.
- conclusions et recommandations concernant l'assortiment des de l'industrie d'aluminium au Cameroun.

## 2. Etude géologique

L'objectif de l'étude géologique est d'étendre les informations relatives aux réserves totales de bauxite du Cameroun. Comme on considère que le rapport du SEBACAM est digne de confiance en ce qui concerne les réserves déclarées prouvées par SEBACAM, l'étude géologique surveillera ces réserves seulement à la base des échantillons pris du contrôle des puits renouvelés et vérifiera les estimations de tonnage des plateaux.

Dans le cadre de cette activité, l'étude géologique considérera les résultats des prospections géologiques achevées par la Direction des Mines et utilisera entretemps ces résultats, assumant la responsabilité totale de cette tâche.

L'activité autonome de l'institut se concentrera sur l'étude détaillée des réserves probables dans la région de l'Adamaoua Plateau et ceux autour de Dschang. Le sommaire de l'étude contiendra ainsi les chapitres suivants:

### Termes de référence de l'étude géologique

1. Surveillance des réserves déclarées prouvées dans le rapport du SEBACAM à la base des échantillons pris dans la masse et vérification des estimations de tonnages des plateaux dans la région de l'Adamaoua Plateau (Minim-Martap et Ngaou'Ndai).
2. Contrôle des résultats des prospections géologiques achevées entretemps par la Direction des Mines.
3. Prospection détaillée des réserves probables et possibles dans la région du Plateau de l'Adamaoua (Minim-Martap et Ngaou'Ndai) et dans la région autour de Dschang (Fongo-Tongo, Fomban, et Bangam).

4. Estimation des réserves totales par gisements
5. Prise des échantillons et leur analyse
  - analyse chimique
    - . alumine totale
    - . maximum d'alumine extractible
    - . silice totale
    - . silice réactive
  - analyse minéralogique (minéraux d' $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ )
6. Estimation globale du tonnage des gisements pour différentes coupures d'alumine extractible et silice réactive.
7. Evaluation économique.
8. Recommandations préliminaires concernant les prospections supplémentaires et l'exploitation minière des gisements.

### 3. Etude minière

L'objectif de l'étude minière est de donner des directives sur l'exploitation minière. L'étude tiendra compte des résultats antérieurs du rapport de SEBACAM et de la Direction des Mines, et suivra les résultats nouveaux de l'étude géologique.

Les hypothèses de production s'orienteront selon les possibilités de commercialisation. A titre d'exemple, on énumère ci-dessous quelques hypothèses présomptives de l'exploitation minière:

- |              |   |
|--------------|---|
| - 1 Mt/an    | - bauxites de l'Ouest                         |
| - 1, 8 Mt/an | - bauxites de l'Ouest et de l'Adamaou Plateau |
| - 9 Mt /an   | - bauxites de l'Adamaoua Plateau              |
| - 18 Mt/an   | - bauxites de l'Adamaoua Plateau              |

#### Termes de référence de l'étude minière

##### 1. Réserves:

Prospection minière des réserves prouvées et probables dans les régions de Minim-Martap, Ngaou'Ndal et Djang à la base de l'étude géologique

##### 2. Hypothèses de production

##### 3. Exploitation minière

##### 3.1 Localisation du site de la mine.

- 3.2 Technologie de l'exploitation minière
  - débroussage et décapage des terres
  - forage et tir
  - chargement et transport de la bauxite
  - recultivation
  - concassage de la bauxite
- 3.3 Approvisionnement en eau
- 3.4 Approvisionnement des matières explosives
- 4. Logistiques
  - 4.1 Transport de la bauxite, routes, chemins de fer
  - 4.2 Port en environnement portuaire
- 5. Oeuvres d'architecture
  - 5.1 Fondations
  - 5.2 Bâtiments non-technologiques
  - 5.3 Bâtiments de stockage des explosifs
  - 5.4 Protection de l'ambiance
  - 5.5 Cités
- 6. Programmes de réalisation
- 7. Dépenses d'investissement
  - 7.1 Détails des coûts d'investissement
    - équipements
    - construction
    - transport
  - 7.2 Programmes des coûts d'investissements
  - 7.3 Fonds de roulement
  - 7.4 Financement
    - coûts d'investissements locaux et étrangers
    - évaluation des coûts d'investissements et des fonds de roulement
  - 7.5 Sources et applications des coûts d'investissement
- 8. Personnel
  - 8.1 Force de travail permanente: gagistes
    - ouvriers payés à l'heure
    - direction générale
    - service administratif

- services techniques généraux
- services divers
- 9. Rentabilité du projet
- 9.1 Prix pronostiqués
- 9.2 Mise en vente
- 9.3 Coûts d'exploitation par tonne et par an
  - explosifs
  - énergie électrique
  - diesel
  - lubrifiants
  - pneus
  - autres matières
  - charges salariales
  - frais d'assurances
  - frais de transport
  - frais du port
  - frais d'administration
- 9.4 Estimation du cash flow
- 9.5 Taux de rentabilité
- 9.6 Sensibilité aux conditions financières

Annexes:

Liste des équipements

4. Etude alumine

L'objectif de l'étude alumine est de donner des directives sur la transformation de la bauxite en alumine et ses produits secondaires. L'étude tiendra compte des résultats de l'étude géologique et de l'étude minière.

Les hypothèses de production reposent sur le fait que la taille minimale d'une usine d'alumine pouvant être considérée comme économique est de 500.000 à 600.000 tonnes par an. Une multiplication de cette capacité (à 1 à 1,2 ou 2 ou 3 Mt/an) entraînerait l'amélioration de la rentabilité, mais les frais d'investissement s'élèvent et la réa-

lisation de l'usine exige plus de temps. C'est pour cela qu'une hypothèse concevable entre autres est la réalisation d'une usine d'alumine de grande capacité en échelons successifs d'une taille de 500.000 à 600.000 tonnes par an chacune.

De ce point de vue, l'analyse des possibilités de commercialisation donnera une information préliminaire, mais n'exonérera pas l'élaborateur de l'étude de sa tâche de préparer l'étude pour plusieurs tailles d'usines.

L'étude doit tenir compte de la quantité d'alumine qui pourrait être utilisée dans l'usine d'ALUCAM à l'heure actuelle (environ 170 Kt/an) et dans l'avenir.

Le sommaire de l'étude alumine contiendra des chapitres comme suit:

Termes de référence de l'étude d'alumine:

1. Usine d'alumine
  - 1.1 Hypothèse de production, sélection des variantes de la taille d'usine
  - 1.2 Evaluation technologique des échantillons représentatifs de bauxite, sélection des procédés de traitement.
  - 1.3 Description détaillée de la technologie et balance matérielle par unités de production
  - 1.4 Localisation du site de l'usine
  - 1.5 Plans des unités de production
  - 1.6 Evacuation et stockage des boues rouges
  - 1.7 Approvisionnement en vapeur et énergie électrique
  - 1.8 Approvisionnement d'eau et d'air comprimé
  - 1.9 Paramètres de dessins
  - 1.10 Balance de vapeur, paramètres
  - 1.11 Balance d'eau
  - 1.12 Consommations spécifiques et annuelles
  - 1.13 Qualité d'alumine produite
  - 1.14 Schémas technologiques
  - 1.15 Schéma calorique du groupe énergétique.

2. Logistiques
  - 2.1 Connections de transport, chemins de fer, routes
    - 2.1.2 transport des matières premières et des produits: bauxite, soude caustique, fuel, gaz; alumine et produits secondaires; paramètres de transport; trafic annuel.
    - 2.1.3 Port et environnement portuaire
3. Oeuvres d'architecture
  - 3.1 Fondations
  - 3.2 Bâtiments technologiques
  - 3.3 Bâtiments non-technologiques
  - 3.4 Eaux ménagères, canalisation
  - 3.5 Protection de l'ambiance
  - 3.6 Cités
4. Programmes de réalisation
5. Dépenses d'investissement
  - 5.1 Détails des coûts d'investissements
    - équipements
    - construction et montage
    - transport
  - 5.2 Programmes des coûts d'investissement
  - 5.3 Fonds de roulement
  - 5.4 Financement
    - coûts d'investissements locaux et étrangers
    - évaluation des coûts d'investissements et des fonds de roulement
  - 5.5 Sources et application des coûts d'investissement
6. Personnel
  - 6.1 Force de travail permanente: gagistes
    - ouvriers payés à l'heure
    - direction générale
    - service administratif
    - service de production
    - services techniques généraux
    - services divers
  - 6.2 Force de travail pendant la construction et le montage
  - 6.3 Recrutement et formation du personnel.

- 7. Rentabilité du projet
  - 7.1 Prix pronostiqués
  - 7.2 Mise en vente
  - 7.3 Coûts de fabrication par tonne et par an
    - bauxite
    - soude caustique
    - fuel ou gaz naturel
    - autres matières
    - frais de transport ferroviaire
    - frais d'administration
    - charges salariales
    - frais d'assurances
    - frais du port
  - 7.4 Estimation du cash-flow
  - 7.5 Taux de rentabilité
    - intrinsèque
    - globale
    - sensibilité aux conditions financières
- 8. Produits secondaires
  - 8.1 Produits chimiques
    - hydrates, sels d'aluminium (en priorité sulfate d'aluminium)
    - alumines spéciales et activées
  - 8.2 Production d'électrocorindon et de ses produits secondaires
    - Estimation des tailles des usines
    - Consommation spécifiques
    - Liste des équipements
    - Oeuvres architecturales
    - Estimation des frais d'investissements
    - Estimation de la rentabilité

Annexes:

- 1. Analyse chimique et minéralogique des bauxites
- 2. Essais de laboratoire de:
  - broyage
  - attaquabilité dans diverses conditions technologiques
  - sédimentation et tassement aux rayons gamma

3. Balance matérielle
4. Liste des équipements

5. Etude électrolyse

L'objectif de l'étude électrolyse est de donner des directives sur la transformation de l'alumine en métal. L'étude tiendra compte des résultats de l'étude alumine. Les hypothèses de production se reposent avant tout sur les possibilités de mise en vente et du potentiel hydro-électrique de la région où l'usine d'électrolyse sera installée.

La capacité minimale d'une usine d'électrolyse, eu égard à sa rentabilité, est de 100.000 Kt/an, mais une multiplication des unités de 100.000 Kt/an est envisageable jusqu'à soit 500.000 tonnes/an.

Le sommaire de l'étude électrolyse contiendra les chapitres suivants:

Termes de référence de l'étude électrolyse

1. Usine d'électrolyse
  - 1.1 Hypothèses de production, sélection des variantes de la taille d'usine.
  - 1.2 Sélection des procédés de traitement, ampérage, capacité et nombre de cuves
  - 1.3 Description détaillée de la technologie d'électrolyse, de production des anodes précuites, d'épuration des gaz anodiques et de fonderie.
  - 1.4 Localisation du site de l'usine
  - 1.5 Plan des unités de production
  - 1.6 Approvisionnement et stockage de l'alumine, coke de pétrole, poix, fluorures, fuel, gaz, cathodes
  - 1.7 Approvisionnement d'eau
  - 1.8 Approvisionnement, distribution et rectification d'énergie électrique
    - paramètres de dessin
    - systèmes de voltage
  - 1.9 Consommations spécifiques et annuelles des matières et de courant continu et alternatif.
  - 1.10 Qualité de l'aluminium produit
  - 1.11 Schémas technologiques
  - 1.12 Schémas linéaires de système électrique

2. Logistique
  - 2.1 Connections de transport, chemin de fer, routes
  - 2.2 Transport des matières premières: alumine, coke de pétrole, poix fluorures, fuel, etc.
    - 2.2.1 Paramètres de transport
    - 2.2.2 Traffic annuel
  - 2.3 Port et environnement portuaire
3. Oeuvres d'architecture
  - 3.1 Fondations
  - 3.2 Bâtiments technologiques
  - 3.3 Bâtiments non-technologiqués
  - 3.4 Eaux ménagères, canalisation
  - 3.5 Protection de l'ambiance
  - 3.6 Cités
4. Programmes de réalisation
5. Dépenses d'investissement
  - 5.1 Détails des coûts d'investissements
    - équipements
    - construction
    - transport
  - 5.2 Programmes des coûts d'investissements
  - 5.3 Fonds de roulement
  - 5.4 Financement
    - coûts d'investissement locaux et étrangers
    - évaluation des coûts d'investissements et des fonds de roulement
  - 5.5 Sources et applications des coûts d'investissements
6. Personnel
  - 6.1 Force de travail permanente: gagistes
    - ouvriers payés à l'heure
    - direction générale
    - service administratif
    - service de production
    - services techniques généraux
    - services divers

- 7. Rentabilité du projet
  - 7.1 Prix pronostiqués
  - 7.2 Mise en vente
  - 7.3 Coûts de fabrication par tonne et par an
    - alumine
    - coke de pétrole
    - poix
    - cathodes
    - fluorures
    - fuel ou gaz naturel
    - énergie électrique
    - autres matières
    - matières d'entretien
    - frais de transport
    - frais d'administration
  - 7.4 Estimation du cash flow
  - 7.5 Taux de rentabilité
  - 7.6 Sensibilité aux conditions financières

Annexes:

Liste des équipements

## 6. Etude demi-produits

L'objectif de l'étude demi-produits est de donner des directives sur la transformation du métal produit dans l'usine d'électrolyse en demi-produits commercialisables qui satisfont les exigences du pays et en même temps celles de l'exportation.

Les hypothèses de production et de l'assortiment des produits se dirigent ainsi selon les possibilités de commercialisation de demi-produits. A ce point de vue, l'élaborateur de l'étude donnera ses recommandations basées sur son expérience dans d'autres pays en développement et déterminera la capacité minimale de l'usine, ainsi que les variantes allant jusqu'à soit 500.000 tonnes/an de demi-produits dans l'avenir.

Le sommaire de l'étude demi-produits contiendra les chapitres suivants:

Termes de référence de l'étude demi-produits

1. Possibilités de commercialisation des demi-produits de différentes sortes dans les pays africains et d'autres pays d'outre-mer.
2. Usine de demi-produits
  - 2.1 Hypothèse de production, sélection de l'assortiment de demi-produits
  - 2.2 Sélection de la technologie et de la taille des unités de production
  - 2.3 Description détaillée de la technologie de fabrication des demi-produits par unité de production
    - fusion et coulée des plaques et des billets, épuration
    - laminage à chaud et à froid, opérations de parachèvement des produits, traitement thermique, etc.
    - coulée suivi de laminage en continu
      - . découpage des disques
    - filage, étirage et tréfilage des produits laminés et filés
    - forgeage
    - feuilles minces, parachèvement
    - technologies auxiliaires
  - 2.4 Description des alliages utilisés dans les différentes opérations
    - métaux d'addition, alliages-mères, déchets.
  - 2.5 Sélection des équipements, harmonisation des capacités
  - 2.6 Manutention intérieure et stockage des produits
  - 2.7 Localisation du site de l'usine
  - 2.8 Plan des unités de production
  - 2.9 Approvisionnement du métal en forme solide et/ou liquide et des matières utilisées pour les alliages
  - 2.10 Approvisionnement et stockage du fuel et du gaz
  - 2.11 Approvisionnement en énergie électrique
  - 2.12 Consommations spécifiques et annuelles par produits
  - 2.13 Qualité des demi-produits
  - 2.14 Schémas technologiques
3. Logistiques
  - 3.1 Transport des matières premières et des produits, chemin de fer, routes

- 3.2 Paramètres de transport
- 3.3 Traffic annuel
- 3.4 Port en environnement portuaire
- 4. Oeuvres d'architecture
  - 4.1 Fondations
  - 4.2 Bâtiments technologiques
  - 4.3 Bâtiments non-technologiques
  - 4.4 Eaux ménagères, canalisation
  - 4.5 Protection de l'ambiance
  - 4.6 Cités
- 5. Programmes de réalisation
- 6. Dépenses d'investissements
  - 6.1 Détails des coûts d'investissements et leur répartition par demi-produits
    - équipements
    - construction et montage
    - transport
    - manutention
  - 6.2 Programmes des coûts d'investissements
  - 6.3 Fonds de roulement
  - 6.4 Financement
    - coûts d'investissements locaux et étrangers
    - évaluation des coûts d'investissements et des fonds de roulement
  - 6.5 Sources et application des coûts d'investissements
- 7. Personnel
  - 7.1 Force de travail permanente: gagistes
    - ouvriers payés à l'heure
    - direction générale
    - service administratif
    - services de production
    - services techniques généraux
    - services divers
- 8. Rentabilité du projet
  - 8.1 Prix pronostiqués par demi-produits
  - 8.2 Mise en vente

8.3 Coût de fabrication des demi-produits par tonne et par an

- métal
- matières premières des alliages
- lubrifiants
- fuel ou gaz naturel
- eau
- autres matières
- matières d'entretien
- frais de transport
- frais du port
- frais d'assurances
- frais d'administration

8.4 Estimation du cash-flow

8.5 Taux de rentabilité

- intrinsèque
- globale
- sensibilité aux conditions financières

Annexes:

1. Assortiment des demi-produits par alliages
2. Rendement des opérations, quantités d'aluminium brut exigées par produits
3. Liste des équipements avec leur capacité nominale utilisation de la capacité; nombre des postes productifs.

b) Etudes sectorielles à l'extérieur du secteur stratégique

Etude d'infrastructure

- chemin de fer (traction diesel, traction électrique, etc...)
- routes
- ports et environnement portuaire
- protection de l'ambiance
- recultivation du terrain (mines, stockage de boue rouge)

Etude d'exportation à la base des études de commercialisation:

- bauxite
- aluminium
- demi-produits d'aluminium

Etudes d'industrie chimique à la base des produits secondaires d'alumine:

- épuration d'eau
- papeterie
- industrie des explosifs
- cosmétique

Etudes des industries des abrasifs, des réfractaires, céramique et de vitrerie à la base de

- électrocorindon
- mullite et ses produits secondaires

Etude de production et distribution d'énergie hydroélectrique:

Etude d'importation des matières secondaires

- explosifs
- cryolithe
- fluore d'aluminium
- carbonate de soude
- cathodes
- métaux d'addition
- alliages-mères

Etude des possibilités de production nationale de soude caustique et de carbonate de soude

Etude des possibilités d'utilisation nationale des demi-produits dans le:

- secteur industrie générale (fils de soudage, rivets, vis, boulons, écrous, etc./.)
- électrotechnique, électronique (barres, câbles, fils, lanternes, etc...)
- chaudronnerie industrielle (profilés, plats, etc...)
- transports (tôles pour les avions, automobiles, wagons, containers, bateaux, etc...)
- pièces de rechange des automobiles, etc.
- agriculture (tubes d'irrigation, réfrigérateurs, etc...)
- architecture (portes, fenêtres, profilés, objets décoratifs, halles pavillons, d'exposition, etc...)
- bien-être général (réfrigérateurs, climatiseurs, objets de chaudronnerie, etc...)

- arts décoratifs (objets décoratifs, bijoux, broderie, etc...)
- artisanat
- circulation (signaux de routes, tableaux d'orientation et de rappel, clôtures, etc...)
- commerce (tapages, emballages, etc...)

## V. EXEMPLE DE SCENARIO (à titre d'illustration)

### V.1 Choix à priori d'hypothèses

#### a) Population

Selon le cinquième plan, la population totale du Cameroun a été estimée à 7,66 millions pour l'année 1976. Avec un taux d'accroissement annuel de 2,4 p. cent, on peut estimer 8,5 millions pour l'année 1980 et 13,5 millions pour l'année 2000.

#### b) Gonsommation des produits

La consommation des produits d'aluminium au Cameroun était d'environ 4 kgs par habitant en 1980. Le produit intérieur brut (PIB) était d'environ 500 \$ par habitant. C'est-à-dire on consommait environ 8gr d'aluminium pour \$ 1 de PIB.

Si en termes réels, on prévoit la croissance du PIB au taux moyen annuel d'environ 3 p. cent et on prévoit la même corrélation entre la consommation d'aluminium et le PIB qu'en 1980, on peut estimer que la consommation d'aluminium sera environ de 100.000 t/an en l'an 2000. Comme cette consommation pourrait être pourvue par l'élargissement des usines existantes, on peut supposer que tout l'aluminium produit dans les usines nationales pourra être exporté en vue de balancer les importations du pays.

#### c) Outputs de production du secteur

En première ligne on doit prévoir l'exportation de la bauxite en grandes quantités vers un pays gros consommateur, en vue d'amortir les coûts d'investissements le plus tôt possible. L'exportation doit être assurée par un contrat à long terme avec le pays importateur.

Par contre, l'exportation d'alumine ne semble pas être avantageuse. Le prix de l'alumine est très bas sur le marché mondial, parce que la majorité des grandes entreprises transforment l'alumine dans leurs propres usines d'électrolyse et il n'existe pas un marché réel d'alumine. Le prix de l'alumine s'adapte plus ou moins au prix de l'aluminium mais on note quelquefois des baisses de prix considérables.

On verra plus tard qu'il semble toujours plus avantageux de transformer l'alumine en métal. En même temps, on peut trouver un bon marché pour les produits secondaires d'alumine à un prix avantageux.

La mise en vente d'aluminium semble avantageuse vers les pays ne disposant pas de sources d'énergie. En outre, le marché de l'aluminium est toujours plus digne de confiance que le marché de l'alumine. Quoique le prix de l'aluminium est réglé en majeure partie par les pays développés, l'importance du marché libre ne peut pas être dépréciée. La proportion des acheteurs authentiques est assez grande sur le marché et ils peuvent contribuer à la formation d'un prix réel de l'aluminium.

L'écoulement des demi-produits est toujours soumis aux exigences du marché. Leur prix peut varier entre 140 et 200 p. cent du prix de l'aluminium brut, il n'ont pas un prix mondial tangible. Mais une fois que leur assortiment est bien déterminé, leur mise en vente ne pose pas de difficultés.

## V.2 Esquisse correspondante du secteur

### a) Filières à retenir

A la base du raisonnement des chapitres précédents, les filières à retenir dans le secteur sont:

- exploitation, transformation et exportation de la bauxite;
- production d'alumine et sa transformation en métal;
- production des produits secondaires d'alumine, en premier lieu de sulfate d'aluminium, d'électrocorindon artificiel et de moullite, leur mise en marche et leur exportation;
- production, transformation et exportation d'aluminium;
- production, mise en marche et exportation des demi-produits,

b) Dimensionnement

Outre les points de vue énumérés dans le chapitre I.3, le dimensionnement des unités de production est une question économique, L'investissement des unités de production exige l'importation des équipements et des matériaux de construction, c'est-à-dire la dépense de quantités immenses de devises. On aura tout intérêt à rembourser ces devises le plus rapidement possible.

Afin de se faire une image préliminaire sur les possibilités de ce remboursement de devises, on a estimé, à titre d'exemple la période de remboursement de devises investies par l'apport des devises que produira l'exportation des produits. Pour les motifs exposés plus haut, les demi-produits étaient exclus de ces calculs.

Pour procéder avec précaution, on a calculé avec les prix d'investissements arrondis au chiffre supérieur et le prix des matières arrondi au chiffre inférieur. A titre d'exemple, le prix de la bauxite était estimé à 16 \$ par tonne, le prix de l'alumine à \$ 175 par tonne et le prix de l'aluminium à \$ 1.250 par tonne.

Les coûts d'investissements se réfèrent seulement au secteur de l'aluminium et ne comprennent pas l'infrastructure.

Programme minimum

Dans ce programme, l'exploitation de 1,8 Mt de bauxite par an assure la production nécessaire au fonctionnement de l'usine d'alumine seulement. Les coûts d'investissements estimés et arrondis de la mine montent à 50 M\$.

La production d'alumine atteint 600 000 t/an parmi lesquels 200.000 t/an satisfont les exigences d'ALUCAM, 200.000 t/an sont exportées, et 200.000t/an sont transformés en métal. Les coûts d'investissements estimés de l'usine d'alumine montent à 540 M\$.

Remboursement des devises

	Production Mt/an	Vente Mt/an	Ecoulement M\$ /an	Investissement M \$
Bauxite	1,8	-	-	50
Alumine	0,6	0,4	70	540
Aluminium	0,1	0,1	125	400
Total:			195	990
Période de remboursement des devises:				5,1 ans

Programme maximum

A titre d'exemple, on a esquissé aussi un programme d'investissements maximum qui correspondrait aux potentialités du pays à conditions que la conjoncture de l'industrie soit rétablie.

L'exploitation de la bauxite est élevée à un niveau de 18 Mt/an, avec les coûts d'investissements de 300 M\$.

La production d'alumine s'élève à 3 Mt/an, exigeant 9 Mt/an de bauxite. Ainsi dès que l'usine d'alumine est mise en marche, l'exportation de bauxite se réduit à 9 Mt/an. Les coûts d'investissements montent à 1.800 M\$.

Des 3Mt/an d'alumine, environ 1 Mt/an satisfont les exigences de l'usine d'électrolyse, 200.000 t/an sont transmis à ALUCAM et 1,8 Mt/an sont exportés.

L'usine d'électrolyse produit 500.000 t/an de métal. Les coûts d'investissement se montent à M\$ 1.500.

	<u>Remboursement des devises</u>			
	Production Mt/an	Vente Mt/an	Écoulement M\$/an	Investissement M.\$
Bauxite	18	9	144	300
Alumine	3	2	350	1800
Aluminium	0,5	0,5	625	1500
Total			1119	3600

Période de remboursement d'environ 3,2 ans

En calculant aussi le remboursement des autres programmes, on a constaté que la période de remboursement peut être diminuée, si on vend plus de bauxite et on diminue la production d'alumine jusqu'à la quantité nécessaire à la production du métal sans exportation d'alumine. C'est-à-dire, l'exportation d'alumine semble être désavantageuse et il est opportun de transformer toute l'alumine produite en métal.

Mais si on fixe la quantité de bauxite produite à une limite supérieure, l'augmentation de la production d'aluminium a aussi un effet un peu dégressif sur l'économie totale parce qu'elle diminue la possibilité d'exportation de la bauxite. A titre d'exemple, on peut trouver un programme qui donne un remboursement de devises en environ 2,9 ans.

Programme optimum de remboursement de devises

	Production Mt/an	Vente Mt/an	Écoulement M\$/an	Investissement M \$
Bauxite	18	16,2	259	300
Alumine	0,6	0,2	35	540
Aluminium	0,2	0,2	250	720
Total			544	1560

Période de remboursement: environ 2,9 ans.

De cette analyse, il paraît que s'il y a un marché pour la bauxite, la solution la plus avantageuse pour le Cameroun est de mettre en vente la plus grande quantité possible de bauxite, car le prix de la bauxite est très favorable à l'heure actuelle et les prix d'investissement de la mine sont relativement bas.

La mise en vente de l'alumine ne paraît pas être avantageuse, il semble plus économique de la transformer en métal, comme on a déjà remarqué. Le prix d'alumine est très bas sur le marché mondial.

La mise en vente de l'aluminium en forme de plaques et de billets semble être avantageuse du point de vue économique vers les pays ne disposant pas de sources d'énergie. C'est pour cela que les programmes de production qui contiennent la mise en vente de la bauxite et du métal sont plus avantageux du point de vue économique que ceux qui sont basés sur la vente de l'alumine.

c) Phasage

Projet d'extraction minière

Le programme de réalisation du projet d'extraction minière dépend de la décision qu'on va prendre après l'achèvement des études, et de la quantité totale de production. Si une partie ou la totalité de la bauxite sera exportée, la réalisation de l'extraction minière commence suivant immédiatement la décision finale et avance parallèlement avec la réalisation des investissements logistiques (construction du chemin de fer et du port).

Dans le cas où la bauxite serait exploitée seulement afin d'approvisionner l'usine d'alumine, le programme de réalisation du projet d'extraction commencerait seulement après le démarrage du programme d'alumine, parce que la réalisation de ce dernier programme est d'une durée plus longue.

#### Projet d'alumine

Le programme de réalisation du projet alumine doit commencer en même temps que celui de la mine et doit précéder les autres projets, pour la raison que:

- d'une part la durée de la réalisation d'une usine d'alumine est plus longue que celle de la mine;
- d'autre part l'alumine produite sert de matière première à l'usine d'électrolyse et la mise en marche de cette dernière usine doit attendre la production d'alumine.

#### Projet électrolyse

Le programme de réalisation d'une usine d'électrolyse (pourvu qu'on n'utilise pas d'alumine importée) succède au démarrage du projet d'alumine en deux ans environ et se termine en quatre à cinq ans, quand on peut mettre en marche l'usine avec l'alumine produite dans l'usine d'alumine. L'usine d'électrolyse peut être réalisée aussi en plusieurs étapes de 100.000 t/an chacune.

#### Projet demi-produits

Pourvu qu'on n'utilise pas d'aluminium importé, le programme de réalisation d'une usine de demi-produits peut être démarré en même temps que celui du projet d'électrolyse. L'usine de demi-produits peut être réalisée en plusieurs étapes de 100.000 t/an chacune.

### V.3 Aspects financiers

#### a) Coûts d'investissement

Les coûts d'investissements estimés et arrondis sont donnés ci-dessous à titre d'exemple pour chacun des trois programmes, complétés cette fois aussi avec les coûts d'investissements estimés des usines de demi-produits. Pour une meilleure estimation des tâches à entreprendre, on a donné aussi un phasage approximatif d'écoulement des investissements.

Programme minimum

Usines	Capacités annuelles	Investissements spécifiques\$/t/an	Frais totaux d'investissement M\$
Mine de bauxite	1,8 Mt	28	50
Usine d'alumine	0,6 Mt	900	540
Usine d'électrolyse	0,1 Mt	4000	400
Usine demi-produits	0,1 Mt	3500	350
<b>Total</b>			<b>1340</b>

Frais totaux d'investissements: 480 milliards FCFA

	1	2	3	4	5	6	7	8	Total M\$
Mine	10	40	-	-	-	-	-	-	50
Alumine	20	100	180	150	90	-	-	-	540
Aluminium	-	-	20	70	110	110	90	-	400
Demi-produits	-	-	-	20	40	130	120	40	350
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>140</b>	<b>200</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>210</b>	<b>40</b>	<b>1340</b>

Programme Maximum

Usines	Capacités annuelles	Investissement spécifique \$/t/an	Frais totaux d'investissement M \$
Mine de bauxite	18 Mt	17	300
Usine d'alumine	3 Mt	600	1800
Usine électrolyse	0,5 Mt	3000	1500
Usine demi-produits	0,5 Mt	2600	1300
<b>Total</b>			<b>4900</b>

Frais totaux d'investissement: environ 1.800 milliards FCFA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total M \$
Bauxite	30	100	100	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300
Alumine	50	200	250	300	380	360	200	60	-	-	-	-	-	-	1800
Aluminium Al	-	-	-	-	-	90	250	390	390	300	80	-	-	-	1500
Demi-produits	-	-	-	-	-	-	-	-	60	130	320	320	320	150	1300
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>300</b>	<b>350</b>	<b>370</b>	<b>380</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>430</b>	<b>400</b>	<b>320</b>	<b>320</b>	<b>150</b>	<b>4900</b>

PROGRAMME OPTIMUM DE REMBOURSEMENT DES DEVISES

Usines	Capacités annuelles	Investissements spécifiques \$/ T / an	Frais totaux d'investissement M \$
Mine de bauxite	18 Mt	17	300
Usine d'alumine	0,6 Mt	900	540
Usine d'électrolyse	0,2	3600	720
Usine demi-produits	0,2	3200	640
<b>Total</b>			<b>2200</b>

Frais totaux d'investissements; environ 800 milliards FCFA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total M\$
Bauxite	30	100	100	70	-	-	-	-	-	300
Alumine	20	100	180	150	90	-	-	-	-	540
Aluminium	-	-	-	90	220	220	130	60	--	720
Demi-produits	-	-	-	-	20	120	200	200	100	640
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>200</b>	<b>280</b>	<b>310</b>	<b>330</b>	<b>340</b>	<b>330</b>	<b>260</b>	<b>100</b>	<b>2200</b>

b) Prix de revient

A titre d'exemple, les prix de revient de bauxite, alumine et aluminium sont donnés ci-dessous.

Les quantités produites correspondent au programme optimum de remboursement des devises. Les prix des matières secondaires ont été trouvés dans quelques rapports concernant l'industrie d'aluminium. On prévoit que le prix des matières premières et le l'énergie produite dans les pays seront plus bas.

Les investissements ne comprennent pas les investissements d'infrastructure. Les investissements spécifiques correspondent à ceux donnés dans le programme optimum de remboursement des devises.

Une annuité de 10 p. cent des investissements au titre des amortissements et charges financières a été ajoutée aux dépenses d'exploitation.

Les prix de revient ne constituent qu'une première approche des prix de revient FOB, ne comprenant aucune fiscalité.

<u>Bauxite</u> : Exploitation 18 Mt/an	\$/t
Matières secondaires: diesel et matières de graissage	0,40
main d'oeuvre	1,60
transport interne	0,80
entretien	1,20
divers	<u>1,00</u>
Dépenses d'exploitation	5,00
Annuité 10 p. cent d'investissement spécifique 17\$/t	<u>1,70</u>
Prix de revient FOB	6,70

<u>Alumine</u> : Production 600.000 t/an			
Matières	Consommation spécifique	Prix \$/ t	Dépenses de production
Bauxite	3 Mt	6,70	20,0
Soude caustique	50 kgs/t	195,--	9,75
Fuel oil (ou gaz)	<b>290</b> kgs/t	170,--	49,30
Calcaire	50 kgs/t	10	0,50
Salaires			20,00
Administration			1,40
Divers			<u>10,00</u>
Dépenses de production			111,05
Annuité 10 p. cent de 900 \$/T			<u>90,00</u>
Prix de revient FOB			201,05

Aluminium:

Matières et énergie	Consommation spécifique	Prix \$/T	Dépenses de production
alumine	1,93 t/t	201.05	388,03
cryolithe	30 kg/t	700	21,00
fluorure d'aluminium	20 kg/t	800	16,00
coke de pétrole	320 kg/t	200	64,00
poix	130 kg/t	170	22,10
fuel oil(ou gaz)	60 kg/t	170	10,20
énergie hydro-électrique	15 MWh/t	10/MWh	150,00
divers			20,00
administration			50,00
charges et port			10,--
salaires			<u>300,00</u>
Dépenses de production			1051,33
Annuite 10 p. cent de 3600 \$/T			<u>360,00</u>
Prix de revient FOB			1411,33

CONCLUSIONS

Du point de vue de la réalisation d'une industrie d'aluminium intégrée, les potentialités du Cameroun sont excellentes. Le Cameroun dispose d'immenses réserves de bauxite de bonne qualité aussi à l'échelle universelle, et, en conséquence les consommations spécifiques prévues dans une usine d'alumine dans laquelle on traitera cette bauxite sont en général très favorables, comparées à celles de beaucoup d'autres usines dans le monde. Ces consommations spécifiques favorables ont été prouvées pour les bauxites de Minim-Martap et de Ngaou'Ndal par des essais pilotes industriels au Centre Aluminium de Pechiney à Gardanne. Les combustions nécessaires à la production de l'alumine, (fuel, gaz, diesel, etc...) peuvent être approvisionnés des sources nationales; la production camerounaise de soude caustique à partir du sel marin ou du sel du Congo et d'électricité provenant des sources hydroélectriques du Cameroun, peut-être envisagée à l'avenir à des coûts plus favorables que le prix des matières premières importées.

Quant à l'électrolyse d'aluminium. la potentialité d'approvisionnement de l'usine d'électrolyse avec du courant hydroélectrique bon marché est le facteur principal qui contribuerait à la diminution des frais de production de l'électrolyse, en comparaison aux autres usines du monde qui achètent parfois l'électricité à des prix beaucoup plus élevés.

L'utilisation des matières auxiliaires indigènes - fuel, gaz naturel, lubrifiants, coke de pétrole, poix etc... pourraient aussi fournir des économies considérables.

Quoique l'exportation d'alumine ou de l'aluminium ne parait pas être avantageuse à présent, parce que le marché de l'aluminium est stagnant et le prix de l'alumine et de l'aluminium est bas, cependant même à une cadence très modérée de 4 p. cent d'augmentation des exigences d'aluminium dans le monde, les nouvelles capacités des usines d'aluminium qui doivent être construites pour satisfaire le surplus exigé jusqu'à l'an 2000 seraient de l'ordre de grandeur de 20 Mt/an et même, selon d'autres prévisions plus optimistes, le surplus exigé pourrait monter à 30 Mt/an. Le surplus nécessaire d'alumine sera produit par des pays possédant d'immenses gisements de bauxite, comme le Cameroun, et serait consommé par des pays ayant de grandes capacités hydroélectriques, y compris aussi le Cameroun, pour produire l'aluminium.

Quant à la transformation de l'aluminium en demi-produits, le courant électrique indigène bon marché est l'un des facteurs qui peuvent contribuer à la diminution des prix de revient. Le fuel et les lubrifiants indigènes peuvent avoir aussi des effets économiques favorables. On doit ajouter que le marché des demi-produits est animé, dans la région de l'UDEAC.

On peut conclure qu'à l'exception des équipements et des matériaux de construction, le Cameroun dispose de presque toutes les matières premières et de l'énergie primaire qui sont nécessaires à la production de l'aluminium et n'a pas besoin d'importations.

Près de 100 p. cent des coûts directs de production se composeront de coûts payables en francs CFA et ce sont seulement la majorité des équipements et les matériaux de construction qui doivent être importés. Une fois que la mine et les usines seront mises en marche, l'industrie d'aluminium sera autonome. On ne saurait souligner trop souvent les avantages de l'établissement de l'industrie d'aluminium dans un pays qui dispose de pareilles possibilités.

Bien entendu, pour arriver à la possibilité d'établissement d'une industrie d'aluminium, il y a beaucoup de difficultés à surmonter. Outre les problèmes logistiques, l'accumulation du capital nécessaire à l'investissement pose aussi des problèmes extraordinairement graves, mais une fois que l'exploitation de la bauxite est commencée, on dispose déjà de moyens avec lesquels on peut entamer l'amortissement des emprunts contractés au cours des investissements. On doit trouver des partenaires qui accordent des emprunts en échange des produits qui leur sont exportés après la mise en marche des usines. Mais la direction de l'affaire, la gestion doivent toujours rester entre les mains d'un organisme-trust-national désigné par le Gouvernement qui appartiendra sans doute à un Ministère de l'Industrie.

Dans l'industrie de l'aluminium proprement dite, la priorité doit être donnée à l'exploitation de la bauxite en grandes quantités et son exportation vers un pays gros consommateur, en vue d'amortir les coûts d'investissements logistiques le plus tôt possible.

Cela entraînerait bien entendu la construction d'une voie ferrée électrifiée à l'écartement normal des routes et d'un port de grande capacité qui peut accueillir des carrières d'une capacité approchant 300.000 tonnes. L'exploitation doit être assurée par un contrat à long terme avec le pays importateur.

L'investissement d'une mine de bauxite n'exigeant que des coûts d'investissements relativement modestes, l'investissement d'une usine d'alumine peut être commencée parallèlement et l'alumine et ses produits secondaires peuvent être vendus aux autres consommateurs ( y compris ALUCAM) ou transformés en métal.

Mais il paraît raisonnable de ne pas s'arrêter à ce stade, et de transformer toute l'alumine en métal. Eu égard aux frais d'investissements élevés de l'usine d'alumine, la création de l'usine d'électrolyse exige un certain temps d'attente.

Comme mentionné ci-dessus, la création d'une usine d'électrolyse peut être réalisée aussi en plusieurs étapes, par exemple par l'investissement des séries de cuves de 100.000 tonnes/an chacune.

Le métal produit peut être exporté pour rembourser les devises nécessaires à l'établissement des usines. La période de remboursement est estimée à environ 3 ans.

La création d'une usine de demi-produits est le but final de l'industrialisation, mais on ne peut y arriver qu'en huit à quatorze ans environ, en raison des frais d'investissements élevés et des travaux parallèles de la construction des usines d'alumine et d'électrolyse.

ANNEXE 1

LE PROGRAMME DE FORMATION SPECIALE DANS LE SECTEUR ALUMINIUM

1. ANALYSE PAR DOMAINE

1.1 Besoins

	Géologie de la bauxite	Exploita- tion minière	Production Alumine	Electro- lyse	Transfor- mation du métal	Total
Ingénieurs chimistes ou chimistes diplôme	-	1	5	2	2	10
Géologue	3	-	-	-	-	3
Ingénieur des mines	-	3	-	-	-	3
Ingénieurs mécaniciens	-	2	2	2	2	8
Ingénieurs métallurgistes	-	-	-	4	4	8
Total	3	6	7	8	8	32

1.2 Profils à atteindre

(a) Géologue

1. Connaissances spéciales approfondies de:

- prospection des réserves
- qualification des réserves en réserves
  - . prouvées
  - . probables
  - . possibles
- prise des échantillons des
  - . forages
  - . puits

- analyse chimique et minéralogique préliminaire:
  - . alumine totale, minéraux d'aluminium
  - . maximum alumine extractible
  - . silice totale, minéraux de silice
  - . silice réactive
  - .  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et ses minéraux
  - .  $\text{TiO}_2$  et ses minéraux
  - . impuretés
- estimation globale du tonnage des gisements pour différentes coupures d'alumine extractible et silice réactive.
- 2. Notions générales d'extraction minière, de procédé Bayer, d'électrolyse et métallurgie d'aluminium.

(b) Ingénieur des mines

1. Connaissances spéciales approfondies de:
  - technologie de l'exploitation minière
    - . débroussage et décapage des terres
    - . forage et tir
    - . chargement et transport de la bauxite
    - . concassage de la bauxite
    - . transport de la bauxite
    - . recultivation
  - équipements de production et leur capacité
  - prise des échantillons
  - estimation des réserves
  - consommation spécifique des matières
  - analyse chimique et instrumentale de la bauxite
2. Notions générales de:
  - géologie de la bauxite
  - technologie du procédé Bayer
  - évaluation des bauxites du point de vue technologique
  - entretien des équipements
  - personnel nécessaire et division du personnel
  - calculs économiques

c) Ingénieur chimiste et chimiste diplômé

i. Sous-secteur alumine

1. 1. Connaissances spéciales approfondies de :
  - technologie du procédé Bayer par unités de production
    - . schémas technologiques
    - . balances matérielles et caloriques
    - . capacité de production des équipements
  - balance d'eau
  - consommations spécifiques
    - . bauxite
    - . soude caustique
    - . vapeur - énergie thermique
    - . fuel ou gaz
    - . chaux, etc...
  - qualité ou composition de
    - . bauxite
    - . solutions d'aluminate de soude, rapports molaires, caractéristiques
    - . boue rouge
    - . alumine
    - . soude caustique
    - . fuel ou gaz
  - produits secondaires
    - . technologie de production
    - . composition
  - analyse chimique et instrumentale de
    - . bauxite
    - . boue rouge
    - . solutions d'aluminate de soude
    - . alumine, hydrate d'aluminium, produits secondaires
    - . matières secondaires
  - évaluation des bauxites du point de vue technologique
    - . calcul technologiques
    - . rapports technologiques
    - . inventaire de  $\text{Na}_2\text{O}$  et d' $\text{Al}_2\text{O}_3$

2. Notions générales sur:
  - entretien des équipements
  - contrôle et réglage de l'usine par ordinateurs
  - approvisionnement en vapeur
  - production d'énergie électrique
  - personnel et division du personnel
  - calculs économiques
  - extraction minière
  - électrolyse
  - demi-produits

ii. Sous-secteur métallurgie

1. Connaissances spéciales approfondies de:

Electrolyse:

- technologie d'électrolyse et de coulée continue
- cuves, ampérage, rendement du courant, effet anodique, usine des cuves
- le bain, contrôle du bain, rapport molaire
- production des anodes précuites
- consommation spécifiques: alumine, anodes, fluorures, fuel gaz, cathodes, etc...
- analyse chimique et instrumentale de l'alumine des matières secondaires, du bain, du métal des métaux d'addition, d'alliages-mères, des alliages, des déchets et des demi-produits

Transformation d'aluminium en demi-produits:

- technologies par unités de production
- fusion et coulée des plaques et des billets, épuration du métal
- coulée suivie de laminage en continu
- laminage à chaud et à froid, parachèvement, traitement thermique
- filage à la presse
- éfilage et tréfilage
- forgeage
- feuilles minces, parachèvement

- alliages
  - . alliages utilisés dans les opérations
  - . métaux d'addition
  - . alliages-mères: préparation, dosage et composition
- consommations spécifiques par produits
  - . aluminium
  - . préalliages
  - . métaux d'addition
  - . alliages-mères
  - . déchets
- contrôle et réglage de l'usine par ordinateur

2. Notions générales de:

- entretien des équipements
- contrôle et réglage de l'usine par ordinateur
- extraction minière
- technologie du procédé Bayer
- produits finis d'aluminium
- production d'énergie électrique
- personnel
- calculs économiques

(d) Ingénieur métallurgiste

Sous-secteur électrolyse et demi-produits

1. Connaissances spéciales approfondies de:

Electrolyse:

- technologie d'électrolyse et de coulée continue
  - . cuves, cathodes, anodes, ampérage, rendement du courant, effets, usine des cuves
  - . le bain, contrôle du bain, rapport molaire
  - . production des anodes précuites
  - . épuration de gaz
  - . rendement du courant électrique

- consommations spécifiques
  - . alumine
  - . anode
  - . fluorures
  - . fuel
  - . gaz
  - . courant continu et alternatif
  - . matières secondaires
- qualité, spécifications et étalons de:
  - . alumine
  - . coke de pétrole et poix
  - . anodes précuites
  - . fluorures
  - . fuel
  - . gaz
  - . métal produit
  - . aluminium de haute pureté
- analyse chimique et instrumentale de l'alumine du métal et des matières secondaires
- essais mécaniques sur le métal: tension, résistance à la rupture, rigidité, etc...
- conductivité électrique
- production, distribution et rectification d'énergie électrique
- calculs technologiques
- inventaires d'alumine et de métal
- contrôle et réglage de l'usine par ordinateur

#### Transformation d'aluminium en demi-produits

- technologies par unités de production
- fusion et coulée des plaques et des billets, épurateur du métal
  - . coulée suivie de laminage en continu
  - . laminage à chaud et à froid, parachèvement, traitement thermique

- .filage à la presse
  - . étirage et tréfilage
  - . forgeage
  - . feuilles minces, parachèvement
  - alliages
    - . alliages utilisés dans les opérations
    - . métaux d'addition
    - . alliages-mères, préparation, dosage et composition
  - consommations spécifiques par produits
    - . aluminium
    - . préalliages
    - . métaux d'addition
    - . alliages-mères
    - . déchets
  - contrôle et réglage de l'usine par ordinateur
2. Notions générales de:
- extraction minière
  - technologie du procédé Bayer
  - produits finis et application de l'aluminium
  - entretien des équipements
  - personnel nécessaire et division du personnel
  - calculs économiques

(e) Ingénieur mécanicien

1. Connaissances spéciales approfondies (selon les sous-secteurs) de:
- équipements de production et leur capacité
  - entretien des équipements
  - réparation générale
  - ateliers de réparation, outillage
  - production et distribution d'énergie thermique et électrique
  - approvisionnement en eau
  - transport des matières et des équipements
  - contrôle et réglage des usines par ordinateur



4.	Ingénieur métallurgiste	
a)	notions générales: cours d'un mois	1 mois
b)	connaissances spéciales approfondies:	
	- dans une usine d'électrolyse, pratique	6 mois
	- dans une usine de demi-produits, pratique	6 mois
	- dans un bureau d'études: pratique	4 mois
c)	laboratoire - électrolyse	2 mois
	- demi-produits	2 mois
d)	calculs technologiques et économiques	1 mois
	Total	22 mois

5.	Ingénieur mécanicien	
a)	notions générales, cours d'un mois	1 mois
b)	connaissances spéciales approfondies dans les sous-secteurs de l'extraction d'alumine, de l'électrolyse, des demi-produits pratique: 2 mois chaque	8 mois
c)	Ateliers de réparation: pratique	3 mois
d)	centrales thermiques et électriques Pratique: 1 mois dans chaque	2 mois
e)	bureau d'études	4 mois
f)	transport: pratique	1 mois
g)	calculs: pratique	1 mois
	Total	20 mois

## 2. Synthèse de programme

### 2.1 Tronc commun

La formation commence par un cours commun d'un mois au Cameroun qui sera fréquenté par tous les 32 candidats. Le sujet du cours sera formé par les notions générales de l'industrie d'aluminium, comprenant les thèmes suivants:

- ouverture, introduction du cours
- revue générale de la structure et des activités de l'industrie de l'aluminium
- géologie de la bauxite
  - . terminologie
  - . estimation des réserves
- extraction minière de la bauxite
  - . équipement de la production
  - . technologie
  - . consommations spécifiques
- le procédé Bayer
  - . évaluation technologique de la bauxite
  - . unités de production
  - . qualité de l'alumine
  - . approvisionnement des matières
  - . consommation des matières, de l'énergie et de l'eau
  - . contrôle de l'usine
  - . produits secondaires
- l'électrolyse
  - . cuves, intensité et rendement du courant
  - . électrodes, fabrication
  - . coulée continue
  - . qualité du métal
- transformation de l'aluminium en demi-produits
  - . fusion et coulée des plaques et des billets
  - . laminage
  - . filage
  - . étirage
  - . forgeage
  - . feuilles minces
  - . opérations de parachèvement
  - . alliages, métaux d'addition et alliages-mères
- produits finis, applications de l'aluminium

- entretien des équipements par secteurs
- personnel par secteurs
- économie de la production par secteurs
- prévention des accidents
- protection de l'environnement

A la fin du cours, les candidats passent un examen qui leur donnera le droit de participer aux phases suivantes de la formation.

## 2.2 Spécialités

Les spécialités sont décrites pour chaque secteur dans "Connaissances spécifiques". Les cours spéciaux et la pratique auront lieu dans les instituts et les usines des pays d'accueil. Le calendrier se trouve au chapitre 1.3

## 2.3 Contrôle et suivi de la formation

L'ONUDI désignera des consultants spécialisés en formation dans chaque sous-secteur. La tâche de ces consultants spécialisés sera comme suit:

- participer à la sélection des candidats et à leur orientation selon les aptitudes, donnant au gouvernement des conseils d'appui technique nécessaire;
- organiser un examen de minimum technique pour les candidats désignés à la formation spéciale et communiquer au gouvernement leurs opinions concernant l'aptitude à la formation et le niveau de départ des candidats;
- co-opérer dans le cours préliminaire et dans l'examen final
- visiter (quelquefois même par surprise) les candidats au cours de leur formation en les questionnant sur leurs connaissances acquises;
- participer activement dans le jury d'examen à l'achèvement de la formation spécifique,
- communiquer au gouvernement leur opinion sincère concernant l'aptitude des candidats au poste pour lequel ils seront désignés.

#### 2.4 Vue d'ensemble

La formation spéciale a plusieurs objectifs:

- donner une instruction générale par chaque candidat dans l'industrie d'aluminium afin qu'il acquière une vue d'ensemble de cette industrie,
- donner une formation spéciale dans les sous-secteurs respectifs afin qu'ils soient capables de diriger des unités de production ou une usine complète dans le sous-secteur où ils s'établiront.
- à la base de cette instruction spéciale, ils peuvent s'attacher au contrôle des études sectorielles, les critiquer et indiquer les modifications considérées nécessaires,
- jouer un rôle prépondérant dans la préparation et l'exécution des investissements et dans la mise en marche des usines.

### 3. Suggestions particulières

#### 3.1 Structures d'accueil pour les stages

Les instituts ou les usines accueillant des candidats pendant le temps de leur formation spéciale désigneront pour chaque candidat un ingénieur ou géologue instructeur qui en les accompagnant leur donnera tous les renseignements nécessaires.

A la fin de chaque mois, le candidat préparera un rapport de progrès, dans lequel il rendra compte des connaissances acquises pendant le mois. Ces rapports seront examinés par un cadre supérieur de l'usine qui communiquera ses remarques au candidat et discutera des problèmes qui se poseront.

En conclusion de ses études, le candidat rendra compte de ses connaissances sous forme d'examen devant quelques cadres supérieurs de l'usine.

