

プロジェクト形成基礎調査  
(テュニジア国  
産業廃棄物リサイクル計画)

報告書

1997年1月

JICA LIBRARY



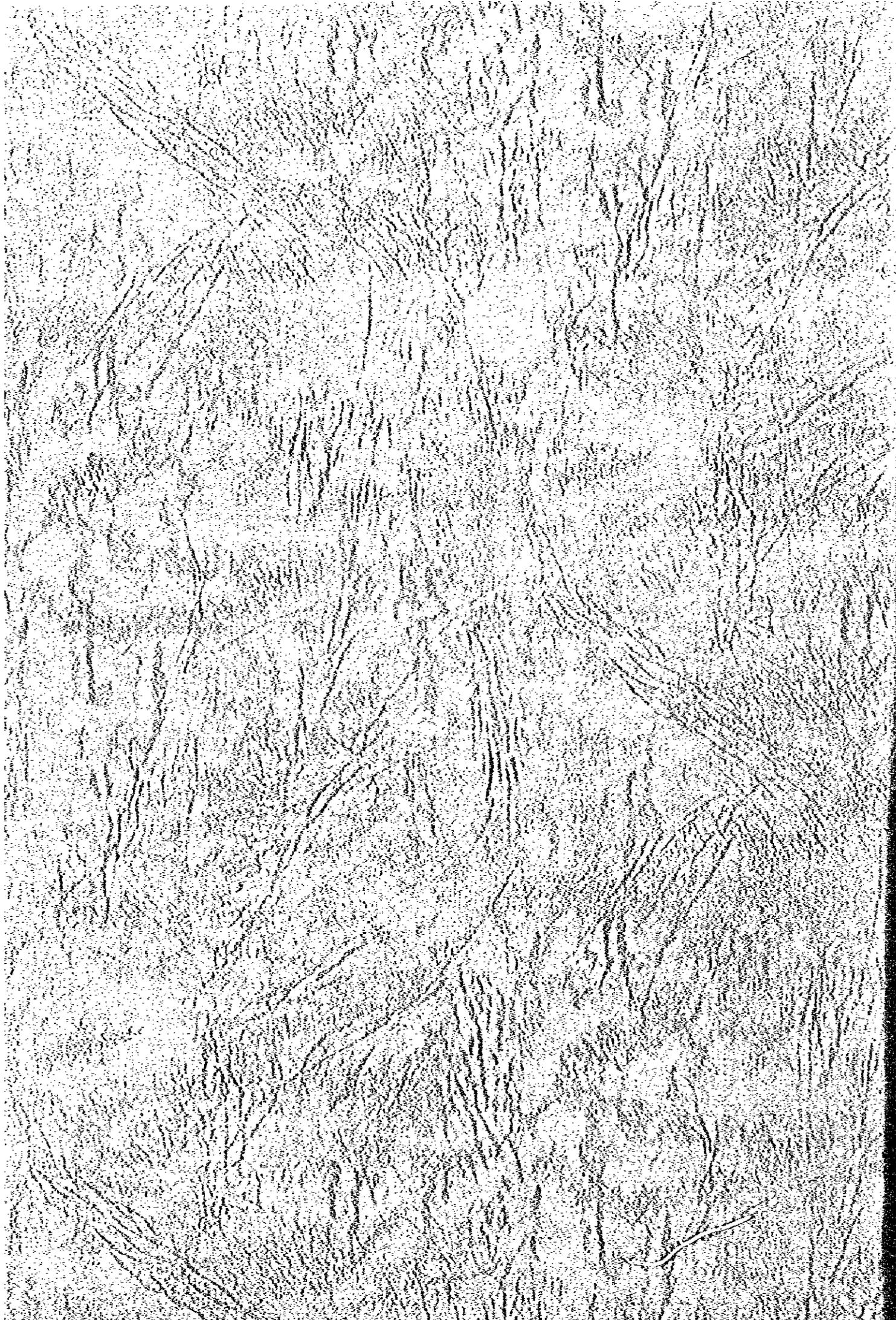
J1139172 (9)

国際協力事業団

鈦調工

JR

97-032



プロジェクト形成基礎調査  
(テュニジア国  
産業廃棄物リサイクル計画)

報告書

1997年1月

国際協力事業団



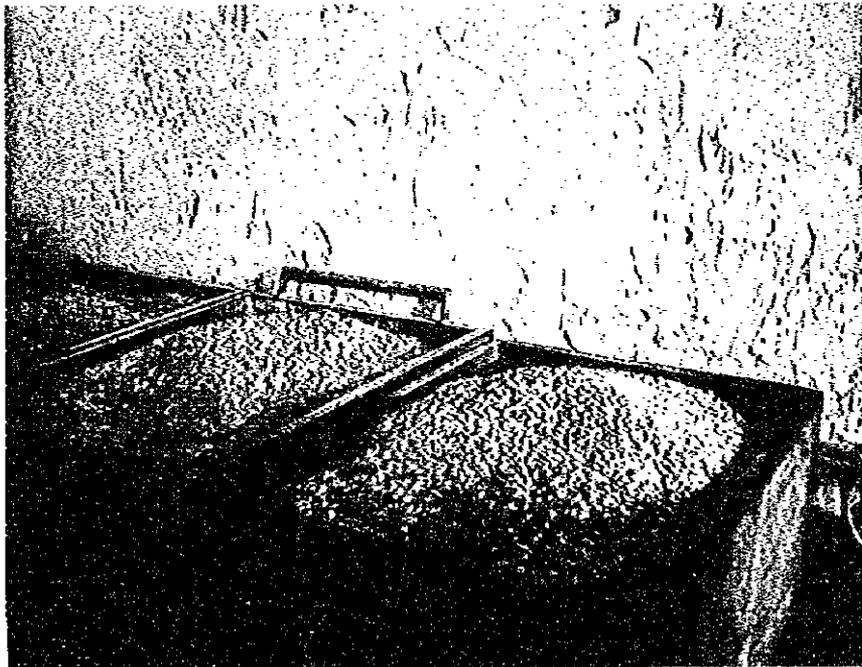
1139172 (9)

プロジェクト形成基礎調査  
(チュニジア国産業廃棄物リサイクル計画)  
報告書 目次

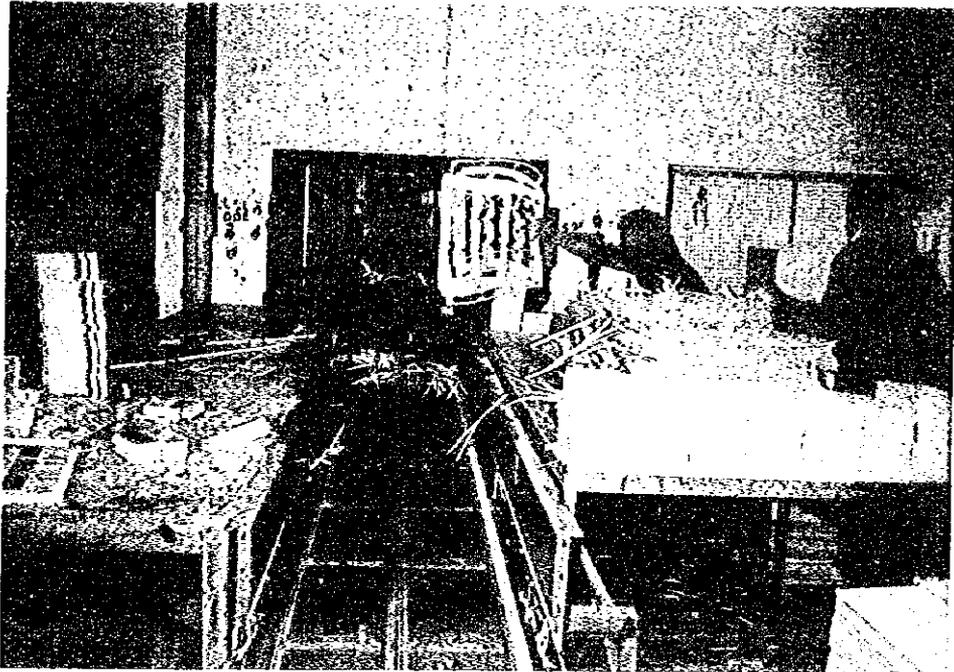
I. 調査の概要	
1. 要請の背景	1
2. 調査団派遣に至る経緯	1
3. 調査団概要	1
4. 協議結果	2
5. 留意点	5
6. 主要面談者一覧	6
7. Memorandum of Understanding	7
II. チュニジア国概況	
1. 社会経済事情	25
2. 産業廃棄物リサイクル現況	27
3. 燐酸性廃棄物処理現況	30
III. 添付資料	
1. チュニジアの環境情勢 (英語)	
2. 有害廃棄物の管理 (仏語)	



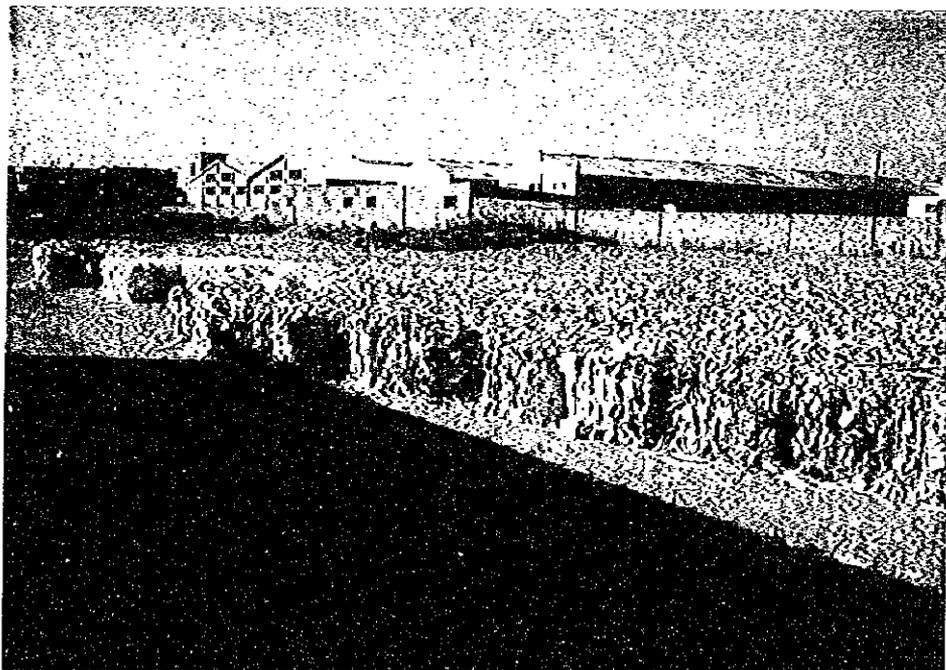
1. 製品製造中に排出されたプラスチック



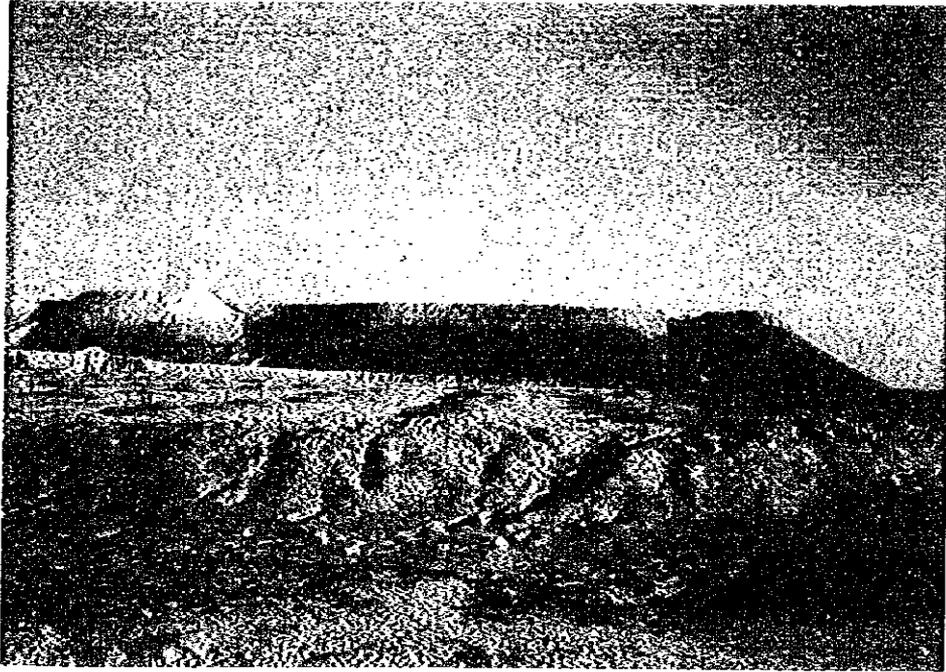
2. 再利用のために粉碎されたプラスチック



3. 製品製造中に排出される紙



4. 再利用のためのベール（紙）



5. 磷酸製造後に排出された石膏（タビア）



6. タビアの周囲にめぐらされた排水溝

# I 調査の概要



## 1. 要請の背景

チュニジア国は、近年の急激な工業化・近代化に伴い、産業排水、大気汚染等の問題が深刻となっている。第8次経済・社会開発5カ年計画（1992～1996年）においても基本戦略として「雇用の創出・人的資源の活用」「農業の重点化」「輸出の促進」「民間投資の促進」とともに「環境および自然への配慮」が提起されている。産業廃棄物に関しても、そのリサイクルは、第8次5カ年計画中の政策の1つとなっており、産業廃棄物処理設備の輸入関税の免除等、リサイクル部門への投資の奨励を実施している。しかし、現在、リサイクルに関するデータが不完全である等多くの問題に直面しており、短期的には廃棄物リサイクル活動の促進、長期的にはリサイクルに必要な基礎構造及び媒体を作り上げるべくわが国に協力を要請越したものである。

## 2. 調査団派遣に至る経緯

本件開発調査に関するチュニジア側要請を受け、JICAは平成8年8月19日～30日に、プロジェクト選定確認（プロファイ）調査団を派遣し、チュニジア国側関係機関と調査内容に関する協議を行った。調査の結果は、概ね次のとおりであった。

- 1) 本案件は産業廃棄物のインベントリー作成とそれに基づくリサイクル推進のための政策提言を求めるもので、JICAが協力を行う意義を基本的に有すると思われる。
- 2) 他方、調査結果（廃棄物インベントリー）がどのように活用されるかの見通しが不明確であり、かつ、実際に企業から十分なデータが収集できるかも未確認であるので、再度プロ形調査を実施すべきである。

というものであった。

今回の調査は、上述の調査団調査結果を踏まえ、本案件に関する補足的情報収集を行い、案件採否にかかる最終的判断を行うに必要な十分な情報を収集することを主たる目的として実施したものである。

なお、前回調査団に対して、先方（環境省官房長）から、産業廃棄物案件とは別の案件として、燐酸石膏の処理に関するF/S調査の実施について、協力の可能性の打診があった。したがって、今回のプロジェクト形成基礎調査では、この案件についても、案件としての採択可能性についての情報収集及び合意形成につとめることとした（この問題に関しては、P5参照）。

## 3. 調査団概要

### (1) メンバー

総括	加藤 宏	JICA工業開発調査課課長
技術協力行政	斉藤充	MITI通商政策局技術協力課調査係長
廃棄物リサイクル	古川二郎	財団法人国際環境技術移転研究センター
石膏リサイクル	石川哲之介	MITI基礎産業局化学肥料室課長補佐
調査計画	吉田英之	JICA工業開発調査課
通訳	馬原かおり	日本国際協力センター

### 2) 日程

平成8年

11月20日(水)	成田発(JL407:14'00) フランクフルト着(18'10)
21日(木)	フランクフルト発(LH4918:10'00発) テュニス着(12'25着) 大使館表敬、JICA事務所打ち合わせ
22日(金)	スファックスへ移動、リン酸製造工場視察 (斉藤団員機械・電気・電子産業生産性向上計画事前調査団より合流)
23日(土)	プラスチック製品製造工場、包装工場視察、チュニスへ移動
24日(日)	資料整理(斉藤団員日本へ出発:LH4911、13'25発)
25日(月)	午前チュニジア国工業省・環境国土整備省との協議 午後チュニジア国環境国土整備省との協議
26日(火)	午前チュニジア国環境国土整備省との協議 午後チュニジア国工業省・環境国土整備省との協議
27日(水)	環境技術センター視察、プラスチック再生工場視察
28日(木)	チュニジア外務省表敬、大使館、JICA事務所報告、 チュニス発(AF8835:18'05発) パリ着(20'30着)      パリ泊
29日(金)	パリ発(NH206:18'30発)
30日(土)	成田着(14'20着) (加藤、吉田は、引き続きサウディ・アラビアへ)

### 3) 目的

- ー要請の背景と成果物の活用への見通しの確認
- ー調査の実務的手順の確認(特にデータの収集可能性の確認)
- ー燐酸石膏処理に関する対処方針の樹立
- ーその他情報の収集

### 4. 協議結果

#### (1) 総括

調査団は、当初対処方針に加え、今回先方から入手したT/R<sup>(\*)</sup>も参照しつつ、協議を行い、あり得べき調査内容に関して概ね合意に達した。調査団としては、今回の協議結果に基づいて、(細目は今後更に検討するとしても)、調査の実施は基本的に十分可能であり、かつ、調査の成果物は、その結果に宜しきを得れば、チュニジアの環境対策に多大の貢献をなし得るものと判断する。よって、調査団としては、本案件を平成9年度案件として採択するよう、関係当局に対して提言します。

なお、今回の協議により形成した案件イメージについて、内容を確認するため、簡単なメモランダム(別添)を作成した。

<sup>(\*)</sup>先方によれば、8月に派遣されたプロジェクト形成基礎調査団に対して提出したとのことであるが、当方は初見であった。

今回、先方と協議し、確認するに至った内容の概要<sup>(\*)</sup>は、以下のとおり。

<sup>(\*)</sup>ただし、以下の合意内容は、すべて、日本政府の本件採択の決定がなされることを前提とするものであり、日本側のコミットを認めるものではないことについては先方に説明し、了解を得ている。

#### (2) 調査の目標

調査の成果物としては日本側当初対処方針案のとおり、以下の2つを目標とすることで合意

した。

- 1) 産業廃棄物<sup>(\*)</sup>に対するインベントリの作成
- 2) 産業廃棄物のリサイクル促進のための政策提言及び具体的リサイクルプロジェクトの提言

<sup>(\*)</sup>今回は、日本の産業廃棄物の定義に基づくしつつ協議を進めたが、詳細はチュニジアの法体系などに照らして、今後詰める必要がある。

### (3) インベントリの内容

インベントリの内容についての理解において、チュニジア側と日本側で相違が見受けられたため、我が国における産業廃棄物関連統計（M/Uの別添2にある表及び図）を日本側より提示し、インベントリのイメージとして概ねこのようなものを想定することを双方合意した（詳細は今後詰める必要がある。）。

### (4) 調査の概要と手順

先方との協議の結果、インベントリの作成は、2段階に分けて行うこととした。

- 1) インベントリI（全業種を対象としたインベントリ）：これは、インベントリIIへの予備的な位置づけを持つもので、セクターごとに、その廃棄物のリサイクルへのポテンシャルがどの程度存在するかについて見通しを得るためのもの。その作成に当たっては、既存の廃棄物に関する情報に加え、工場へのアンケート及び一部工場への聞き取り調査を行い、産業廃棄物の品目に対して広く現況を把握するものとする。
- 2) インベントリII（特定業種・品目を対象としたより詳細な情報を持つインベントリ）：これは、インベントリIによって得られた情報に基づき、リサイクルのポテンシャルの高いと認められた業種ないし廃棄物品目を対象として、その量、質、発生源などを把握するためのもの。作成に当たっては、1)と同様の方法を用いるものとする。

上記のインベントリ作成後、（イ）いくつかの廃棄物のリサイクル・プロジェクトのうち、有望なものに関してフィージビリティ調査を行うとともに、（ロ）リサイクルの推進に向けた政府の組織強化、民間のリサイクルに対するインセンティブ等を含めた政策提言を含めた産業廃棄物リサイクルに関する政策提言を行うこととする。

### (5) 調査の対象地域

1もしくは2つの地域に限定するとの日本側当初方針であったが、協議の結果、少なくともアンケート調査に関しては、そのような限定は加えないこととした。これは、現実には、大多数の産業が一部の地域（特に海岸地域）に集中しており、意図的に1ないし2の地域に限定しなくとも、おのずと対象地域は限定されたものとなること、また、一定地域のみを調査対象とすると当該地域にたまたま存在しない重要セクターが抜け落ちてしまうセクターが出てくる貴見があるとの配慮に基づくものである。

### (6) インベントリ作成のための調査の方法

アンケートは郵送で工場へ送付し、一部の企業に対してアンケート送付後に訪問調査を行うこととする。訪問調査は、当初は、日本側コンサルタント、チュニジア側工業省・環境国土整

備省及びチュニジア側ローカルコンサルタントが協力して行い、その初期の過程で日本側コンサルタントがチュニジア側メンバーに対して方法・留意事項などについて指導し、日本側コンサルタント帰国後には、チュニジア側メンバーが訪問調査を行うこととする。

#### (7) 対象とする産業廃棄物の特定

インベントリIは、セクターごとのリサイクルのポテンシャルの大きさを大まかに把握するものであるため、アンケート調査等の対象は全ての業種とし、産業廃棄物の特定は行わないものとする。しかし、インベントリIIにおいては、リサイクルの可能性及び必要性の高い廃棄物について絞り込んだものを作成する。

#### (8) 一般廃棄物の取り扱い

アンケート調査の対象は日本側当初案の通り産業廃棄物だけとするが、リサイクル・プロジェクトのF/Sを実施する段階においては、一般廃棄物も併せて処理する方法を検討するものとする。これは、プラスチックなど、ある種の廃棄物については、一般廃棄物の占める比重が大きく、産業廃棄物だけに限定したりサイクルはむしろ現実的でないと判断に基づく。なおチュニジア側によれば、一般廃棄物の量、内容に関してはかなり豊富なデータが存在することであり、本件調査の枠組みの中では、一般廃棄物に関する一次情報の収集は行わないことを確認した。

#### (9) セミナー

本プロジェクト実施に際し、環境国土整備省・工業省のみならず関係する官民各機関の協力を得ることが不可欠であるため、政府機関を含む関係機関に調査の実施を広く知らしめることを目的とするセミナーを第一次現地調査団派遣時に行いたいとの提案が環境国土整備省からあり、当方はこれに全面的に賛同した。また、調査の結果を広く知らしめるためにドラフトファイナルレポート説明時にもセミナーが必要な旨、日本側より示唆し、先方の全面的同意を得た。

#### (10) パイロットプロジェクトのF/S

チュニジア側より、当調査の最後に、リサイクルのパイロットプロジェクトに関するF/Sを含めてほしい旨要請があったが、パイロットプロジェクトの対象となる廃棄物や候補地などをあらかじめ特定することが困難であることに加え、必要な人員も大幅に増大することが不可避であるから、F/Sについては別のプロジェクトとして取扱うのが妥当であると伝えた（先方了解）。

#### (11) 調査の日程

調査団から、本案件の今後の扱いについて、次のように先方に伝えた。

- 一本案件は、未だ日本国政府により採択決定はされておらず、調査団の報告を踏まえ、採否が決定されること。
- 一採用されるとしても平成9年度案件となること。
- 一平成9年度の案件として採用された場合、S/Wの署名のため、再度調査団（事前調査団）をチュニジアへ派遣する必要があること。
- 一したがたて、上記の手続きが順調に進んだ場合においても、本格調査開始（第1次現地調査団派遣）は1998年9月頃になること。

―その後のスケジュールは、概ね、次のようなものとなること。

―1998年3月までにインテリムレポート（1）提出

―1999年3月までに全調査完了。

#### （12） 燐酸性廃棄物に対して

燐酸石膏処理に関しては、チュニジア側は早急な対応を要望しており、早急な取り組みに対する強い要請があった。また、現実には、現在、チュニジアにおいて燐酸石膏が、相当量海洋投棄されているとの説明が先方からなされた。したがって、調査団としては、以下の方針により本件を取り扱う可能性を、持ち帰り検討する旨、先方に約した。

―燐酸石膏の活用方法に関する検討を、何らかのかたちで、この調査に含める。具体的にはリサイクルのフィージビリティスタディの一対象廃棄物として取り扱うこととする（燐酸石膏に関しては、すでに情報は収集されており、情報収集の必要はない。）。

―ただし、上記のような取り扱いが可能であるかどうかは、日本側の当該分野の専門家とも協議のうえ、フィージビリティ調査の成功の可能性についてあらかじめ見通しを得たうえで決定する必要がある。よって、チュニジアの燐酸石膏の化学的組成について、情報を提供してほしい（先方了解。）。その対象とするか否か候補物質の1つとして検討することとする。

#### 4 留意点

##### <先方の実施体制について>

今回の調査に対しては、環境に関する直接の所管官庁である環境国土整備省のみならず、廃棄物を排出している工場を所管している工業省他関係機関の支援が必要不可欠であると考えますが、今回の対応を見る限り、環境国土整備省に比較して、工業省については、調査に対する当事者意識や熱意が若干低いような印象があった。したがって、調査の実施において両省の連携をはかりつつ、チュニジア側も応分の努力を払うように、今後とも常時要求していくべきであろう。

## 5. 主要面談者一覧

(日本側)

### 1. 日本国大使館

藤井柳太郎  
北村美奈子  
高島佳之

公使  
書記官  
書記官

### 2. JICA事務所

朝日紀樹  
岩本園子

所長  
所員

(チュニジア側)

### 1. 工業省

Ms SAMIRA AMARA  
Mrs. Fatma THABET

工業局次長  
渉外課長

### 2. 環境国土整備省

Mr.HASSINI SALAH

汚染防止プロジェクト課長

### 3. 外務省

Mr.Mondher JEMAIL  
Mr.Jamel BOUJDARIA  
Mr.Mohamed BEN SOLTANI

アジア局次長  
アジア局日本課課長  
アジア局日本課職員

### 4. 国際協力海外投資省

Mr.Kheli KAMMOUN

2 国間協力総局職員

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING

ON

THE PROSPECTIVE PROJECT :

STUDY ON

THE PROMOTION OF INDUSTRIAL WASTE RECYCLING IN TUNISIA

BETWEEN

THE MINISTRY OF INDUSTRY

and

THE MINISTRY OF ENVIRONMENT AND LAND USE PLANNING  
OF THE REPUBLIC OF TUNISIA

AND

THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TUNIS, NOVEMBER 27, 1996

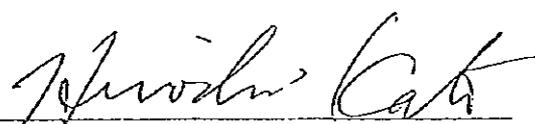
---

Ministry of Industry

Le Directeur des Industries  
Textiles, Chimiques et Diverses

Signé: *Mongi JLAIEL*

---



---

HIROSHI KATO

Leader

Project Formulation Team

Japan International

Cooperation Agency (JICA)

Ministry of Environment and  
Land Use Planning

Le Directeur de l'Industrie  
et du Commerce

Signé: *MOUSTAFA BEN ALI*



A project formulation study team of JICA headed by Hiroshi Kato (hereinafter "the Team") visited the Republic of Tunisia from November 21 to 28 1996, to have discussions with the authorities concerned of the Republic of Tunisia (hereinafter "the Tunisian side") on the possibility of implementing the study project requested by the Tunisian Government, titled "Study on the Promotion of Industrial Waste Recycling in Tunisia" (hereinafter "the Study"). After intensive discussions, the Team and the Tunisian side (hereinafter collectively "both sides") agreed to record the following points in the present memorandum of understanding.

## 1 General

The Team, after discussions with the Tunisian side, confirmed that the Study is worthwhile to be implemented, and stated that upon its return to Japan, it is prepared to recommend the JICA headquarters, the Ministry of Foreign Affairs and the Ministry of International Trade and Industry of Japan, to take up the Study in the Japanese fiscal year 1997. In this connection, the Tunisian side understood that the Team is not endowed with the mandate to make a decision on the Study, and the final decision will be made by the Japanese Government, taking account of various factors, including the availability of budget for the fiscal year 1997.

## 2 Framework of the Study

Both sides confirmed that:

- (1) the objective of the Study will be, as expressed in the original "Terms of Reference" prepared by the Tunisian Government (Annex I), (a) to prepare an inventory of industrial waste with special emphasis on recyclable waste, and (b) compile a set of policy recommendations for the promotion of industrial waste recycling in Tunisia;
- (2) the inventory of industrial waste to be prepared will be a set of data concerning, among others, general material balance of Tunisia, flow of industrial waste treatments, volume of industrial waste by kind and the way they are treated, and volume of industrial waste by line of business. As an example of these data, those concerning the industrial waste in Japan (attached as Annex II) were shared by both sides, and the two parties agreed that the details of data to be included in the inventory will be developed and refined further.

(3) the policy recommendations to be complied in the Study will be composed of recommendations on specific project proposals for recycling of waste, coupled with pre-feasibility studies, and those on policy and institutional matters, like organizational development, introduction of incentive measures for the private sector, awareness building in the public, etc.

In designing and evaluating the possible projects for recycling, non-industrial waste will be included, to increase the volume of waste to be processed and thus to improve the probability of success of the projects. In doing so, however, data on non-industrial waste will be obtained from the existing database in Tunisia, and the Study will not attempt to collect first-hand information on non-industrial waste.

### 3 Flow of the Study

Both sides agreed, tentatively, on the following flow of the Study:

(1) The Study will be implemented in three phases, as follows:

- Phase I: preparation of Waste Inventory I
- Phase II: preparation of Waste Inventory II
- Phase III: pre-feasibility studies and policy recommendations.

The objective of Waste Inventory I will be to determine the sectors with high potentials for industrial waste recycling, and will cover various industrial sectors of Tunisia widely. Waste Inventory II will be a more detailed one, to be prepared on the basis of the findings obtained in Waste Inventory I. It will cover some selected sectors and/or industrial waste in depth, and information such as the following will be estimated:

- quantity of industrial waste by kind and origin
- present state of processing and/or disposal, and
- potential for recycling.

(2) Upon agreeing on the general idea of the Study flow, both sides worked on the operational flow of the Study, as given in Annex III, which is a tentative and unofficial draft and is subject to modification and/or development taking into account the opinions of experts of both Tunisia and Japan.

Some points to be noted with regard to this Operational Flow of the Study are as

follows (hereafter the numbers in parentheses indicate the box numbers in Annex III) :

- Review of existing studies and statistics (1,2)

The Study will start with the review and compilation of existing information and statistics, to which additional and first-hand information obtained through questionnaires will be supplemented.

- Selection of factories for Questionnaire Survey I (3)

Questionnaire Survey I will be designed in such a way that it will widely cover representative plants of various industrial sectors, since the purpose of the survey is to identify sectors that have high potentials for the recycling of industrial waste.

- Preparation of questionnaire (4)

Care will be taken to make sure that the questionnaire sheets will be simple and easy to answer, in order not to discourage the respondent to provide correct information.

- Organization of a seminar (5)

It is useful to organize a seminar at the beginning of the Study, to publicize the Study widely and to build up the sense of participation among those who will be involved in the Study.

- Visits to factories (7,8)

Among the factories to which questionnaires will be sent, a reasonable number of them should be actually visited, in order to check the quality and reliability of the data which will be provided in the questionnaire. It is expected that initially, members of the JICA consultant team and the Tunisian counterpart personnel will jointly do this job, which, afterwards, may be entrusted to (a) Tunisian local consultant(s), who will be working with (or under the direction of ) the regional offices of the Ministry of Environment and Land Use Planning.

- Collection of answer sheets of the questionnaire (9)

The Tunisian government (Ministry of Industry and/or Ministry of Environment and Land Use Planning) will do maximum efforts to assure an acceptable response rate from the respondents.

- Data analysis and compilation (10), (11), (12), (13) ,(14)

Data analysis, preliminary evaluation of potentials for recycling, and reporting.

- Selection of factories for Questionnaire Survey II (16)

Questionnaire Survey II will be designed in such a way that it will cover representative plants of industrial sectors with high potentials for recycling.

- Distribution and collection of questionnaire, and visits to selected plants.

These will be conducted the same way as in Questionnaire I.

- Data analysis and compilation (10), (11), (12), (13) ,(14)

Data analysis, preliminary evaluation of potentials for recycling, and reporting.

- Evaluation of potentials for recycling (23)

Based on the data compiled in Waste Inventory II, potentials for industrial recycling will be evaluated.

- Discussion on the feasibility of recycling and on policy matters (26) (27), (28), (29), (30)

Based on the results obtained so far, feasibility of recycling projects as well as possible policy interventions for the promotion of recycling will be discussed.

- Presentation of the Draft Final Report (32)

Draft final report will be submitted and presented to the administration for comments and critical review.

- Seminar (34)

The Tunisian Government, with support from JICA, will organize a seminar to widely diffuse the findings of the Study among the administration and representatives of industry

#### 4 Other Related Subjects

(1) Both sides agreed that if the Government of Japan decides to take up this Study for the Japanese fiscal year 1997 which starts in April 1997, the suggested project calendar will be the following:

- Commencement of the Study: September 1997
- Completion of Phase I (compilation of Waste Inventory I and Interim Report I) : by March 1998
- Completion of Phase II and III : (compilation of Waste Inventory II, Interim Report II and Final Report ) : by March 1999

(2) The Tunisian side expressed its wish that the Study will include a detailed feasibility study on one most promising recycling project to be identified in the Study. To this proposal, the Team remarked that, although the matter can be discussed further between the two parties, it would be better to handle such a study proposal separately as a different project, in view of the huge information and resource requirements for such a study, and given that it is difficult to pre-determine the types of projects before the Study starts.

(3) The Tunisian side explained that phosphate gypsum (phosphogypsum), generated as a by-product of phosphoric acid production, is causing a serious environmental problem in Tunisia, and requested that exploration of possible methods of utilizing the material be included in the Study. The Team understood the importance of the issue, and promised to examine the possibility of complying with the Tunisian request, based on the physico-chemical data of the gypsum produced in Tunisia and

other relevant information which the Tunisian side agreed to provide to the Japanese side. /



## COOPERATION TECHNIQUE JAPONAISE

Demande par le Gouvernement de la République  
Tunisienne pour une étude statégique  
de développement du secteur du  
recyclage industriel auprès du  
Gouvernement Japonais.

-::oOo::-

1 - Résumé du projet :

(1) Intitulé du projet : Développement du recyclage industriel en  
Tunisie

(2) Lieu : Tunisie.

(3) Agence responsable : Ministère de l'Industrie et Ministère de  
l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire  
Agence en charge : Direction Générale de l'Industrie (Ministère de  
L'Industrie) et la Direction de l'Environnement Industriel  
(Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire).

(4) Justification du projet :

L'exploitation des richesses naturelles et la transformation des  
matières premières en biens d'équipement, de consommation et en  
produits industriels génèrent des produits secondaires, généralement  
indésirables et dont la nuisance croît avec leur volume et le degré de leurs  
toxicité et nocivité.

Ces facteurs sont les causes essentielles de la génération d'une grande  
quantité de déchets posant un autre problème à la Société Moderne : la  
gestion de ces déchets.

De plus, l'augmentation sans cesse de la population du globe  
combinée à un rythme croissant de la consommation a eu pour  
conséquence une pression accrue sur les ressources naturelles disponibles  
et l'accélération de leur épuisement.

Pour remédier du moins partiellement à la situation (épuisement des  
ressources et gestion des déchets), des pratiques telles que la réutilisation  
et le recyclage des déchets sont à encourager.

De nombreuses difficultés affrontées par le secteur du recyclage en Tunisie font, que ce secteur est encore à son début en comparaison avec le niveau de développement atteint par les pays industrialisés. Le recyclage en Tunisie concerne, outre les huiles usagées, le plastique et le papier avec des taux respectifs de 5 et 16 %.

Conscient de l'importance du recyclage comme investissement d'avenir, le Gouvernement Tunisien s'est engagé à apporter le soutien nécessaire pour la promotion et le développement de cette activité.

Ainsi une législation cadre de la gestion des déchets a vu le jour en Tunisie en vertu de la loi n° 96-41 du 10 Juin 1996, consacrant une réglementation nationale de plus en plus coercitive relative aux déchets industriels liquides, solides et gazeux et portant notamment sur la prohibition des importations des déchets, l'obligation pour les nouveaux projets de justifier d'une étude d'impact sur l'environnement.

Par ailleurs, en vertu du nouveau code d'incitation aux investissements, des avantages substantiels sont accordés à l'investissement dans le recyclage. L'on cite notamment, l'exonération des taxes douanières pour l'importation d'équipement de recyclage et de traitement de déchets.

Malgré ces multiples actions entreprises par l'Etat, l'Industrie de recyclage en Tunisie reste toujours au stade embryonnaire et concerne essentiellement les déchets d'emballage plastique et en papier.

#### ***\* Matières plastiques***

La production annuelle du plastique dans le pays porte sur un volume total de près de 120 000 tonnes, tandis que l'Industrie de recyclage de ces matériaux ne dispose que d'une capacité industrielle de 5 000 tonnes.

#### ***\* Papier et carton***

Le besoin total en papier est d'environ 180 000 tonnes par an toutes variétés comprises, dont près de 30 000 tonnes de vieux papier sont réinjectés dans la production du papier Kraft, du carton compact et du Test Liner.

Les difficultés qui entravent actuellement le secteur de l'Industrie du recyclage sont très diversifiées. Les plus importantes se présentent comme suit :

- le coût relativement élevé de la collecte, du transport, du triage sélectif (surtout des déchets domestiques) et de la transformation des matières récupérées. En effet, les opérations de purification et de séparation des déchets nécessitent un apport énergétique additionnel représentant une part assez importante dans le prix de revient ;

- la collecte sur les décharges publiques est difficile à cause de l'enfouissement des matériaux à recycler avec les autres déchets. Cela rend le tri sélectif plus pénible pour disposer d'une quantité plus importante de ces matériaux et d'une qualité meilleure ;

- le transport grève de son côté le coût du recyclage surtout que les déchets sont généralement volumineux ;

- en plus, le problème de trésorerie, le coût des investissements et d'autres difficultés financières entravent l'investissement dans le secteur de recyclage ainsi que sa promotion.

En conséquence, les quelques recycleurs du pays font face à plusieurs difficultés lors de la production et de l'écoulement de leurs produits sur le marché local.

De ce fait, le projet consiste à diagnostiquer le secteur de recyclage avec toutes ses composantes (déchets, décharges, collecte, tri, traitement, transformation,...) et arrêter une stratégie de recyclage permettant le développement du secteur afin de préserver l'environnement et d'économiser la matière première.

(5) Date souhaitée pour le commencement du projet à partir de 1997

(6) Source de financement : budget de l'Etat - financement Japonais

## 2 - Termes de référence :

(1) justification de l'étude :

Les données disponibles relatives au secteur du recyclage et aux principales difficultés qu'il affronte sont incomplètes, peu fiables et dispersées. Elles sont insuffisantes pour constituer une base de prise de décision aussi bien pour l'Etat que pour les investisseurs.

Ainsi, une étude est nécessaire pour procéder à l'inventaire des sources principales des déchets recyclables, l'actualisation et la projection future des données sur la quantité des déchets recyclables, la description et l'évaluation de l'état actuel de l'activité de recyclage (nature et quantité des déchets recyclés, principaux établissements de recyclage, audit environnemental de ces établissements : bilan énergie et matière, bilan financier, identification des principales difficultés affrontées par le secteur; etc...). Les aspects sanitaires de cette activité et les moyens de contrôle devraient être inclus.

(2) justification de la coopération technique japonaise :

Vu l'absence d'institutions tunisiennes compétentes en matière d'études environnementales spécialisées et des fonds nécessaires à la réalisation de ces études, la Tunisie a recours à la coopération technique japonaise pour le financement de l'étude proposée et pour le bénéfice de l'expérience assez édifiante du Japon en la matière.

(3) objectifs de l'étude :

Après avoir ressorti toutes les données et les informations les plus fiables pouvant servir à arrêter une stratégie de développement du secteur de recyclage, l'étude proposerait des solutions à court terme aux difficultés actuelles du secteur et un programme à moyen et long terme pour la stimulation et l'installation d'une industrie de recyclage développée et la promotion de cette activité en Tunisie. Un cadre réglementaire relatif au secteur serait de même proposé ainsi que les besoins en matière de sensibilisation des industriels et du public.

(4) zone de l'étude : le territoire tunisien :

Durée de l'étude : 12 mois.

(6) financement : don japonais

(7) objet de l'étude : L'étude comportera les axes principaux suivants :

**A/ Diagnostic du secteur de recyclage :**

- 1 - Inventaire des industries produisant des déchets pouvant faire l'objet de recyclage ;
- 2 - Inventaire des déchets recyclables (quantités, qualité, lieu de production, cadence de production,...) ;

- 3 - Inventaire et diagnostic des décharges publiques dans les collectivités locales ;
- 4 - Evaluation des différents coûts des facteurs intervenant dans le circuit du recyclage : (collecte, tri, prétraitement, transformation, usinage...)
- 5 - Diagnostic des unités de recyclage existantes ;
- 6 - Capacité des industries à utiliser des matières recyclées ;
- 7 - Développement d'une banque de données regroupant toutes les informations relatives au recyclage pouvant servir de base de prise de décisions.

### ***B/ Identification d'une stratégie de développement du secteur***

L'étude doit dégager une stratégie de développement de l'industrie de recyclage à moyen et long termes comprenant notamment les éléments suivants :

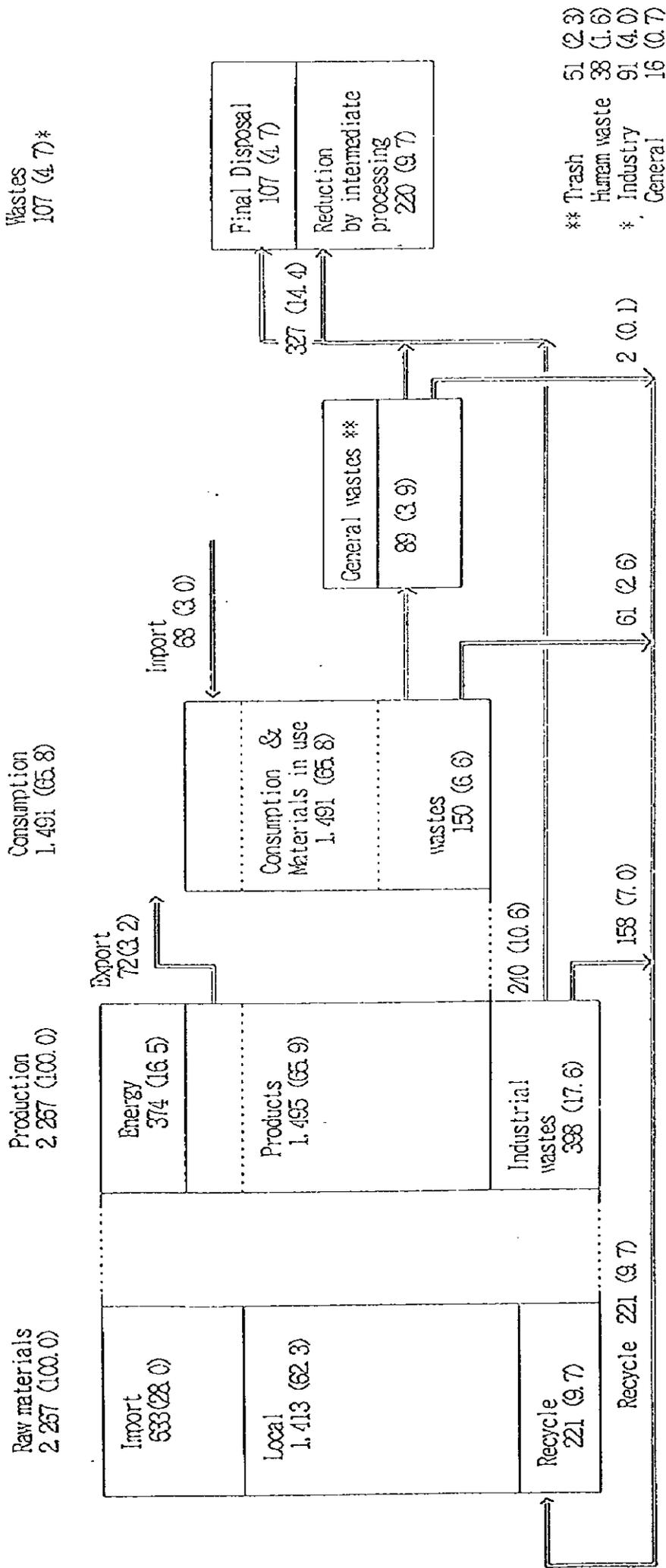
- 1 - étude de faisabilité du recyclage :
  - 1.1 - techno-économique :
    - arrêter des modes adéquats de collecte, du transport, du tri...
    - choisir les technologies à adopter pour le traitement et la transformation
    - comparaison du rapport qualité/prix des produits issus des matières premières vierge et recyclée
    - définir des processus d'élimination et/ou de traitement des déchets industriels nocifs dont le recyclage s'avère non rentable économiquement
  - 1.2 - marché : identifier les créneaux porteurs
- 2 - identification des moyens nécessaires au développement et à la promotion du secteur (formation, assistance technique, financement)
- 3 - proposition d'un cadre législatif pour réguler le secteur
- 4 - définition de mesures incitatives aux investissements dans les industries de recyclage pour compléter et approfondir celles prises par le Gouvernement.

### **3 - Facilités et informations pour le groupe de travail :**

Les départements et institutions relevant du Ministère de l'Industrie et du Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire et les Collectivités Locales s'engagent à fournir toutes les informations disponibles et les études précédentes, ainsi que les facilités nécessaires au groupe de travail pour mener à bien cette étude, entre autres les textes législatifs et réglementaires.

# Material Balance in Japan (1991)

(Unit: 10<sup>6</sup> tons)



Wastes  
107 (4.7)\*

Consumption  
1,491 (65.8)

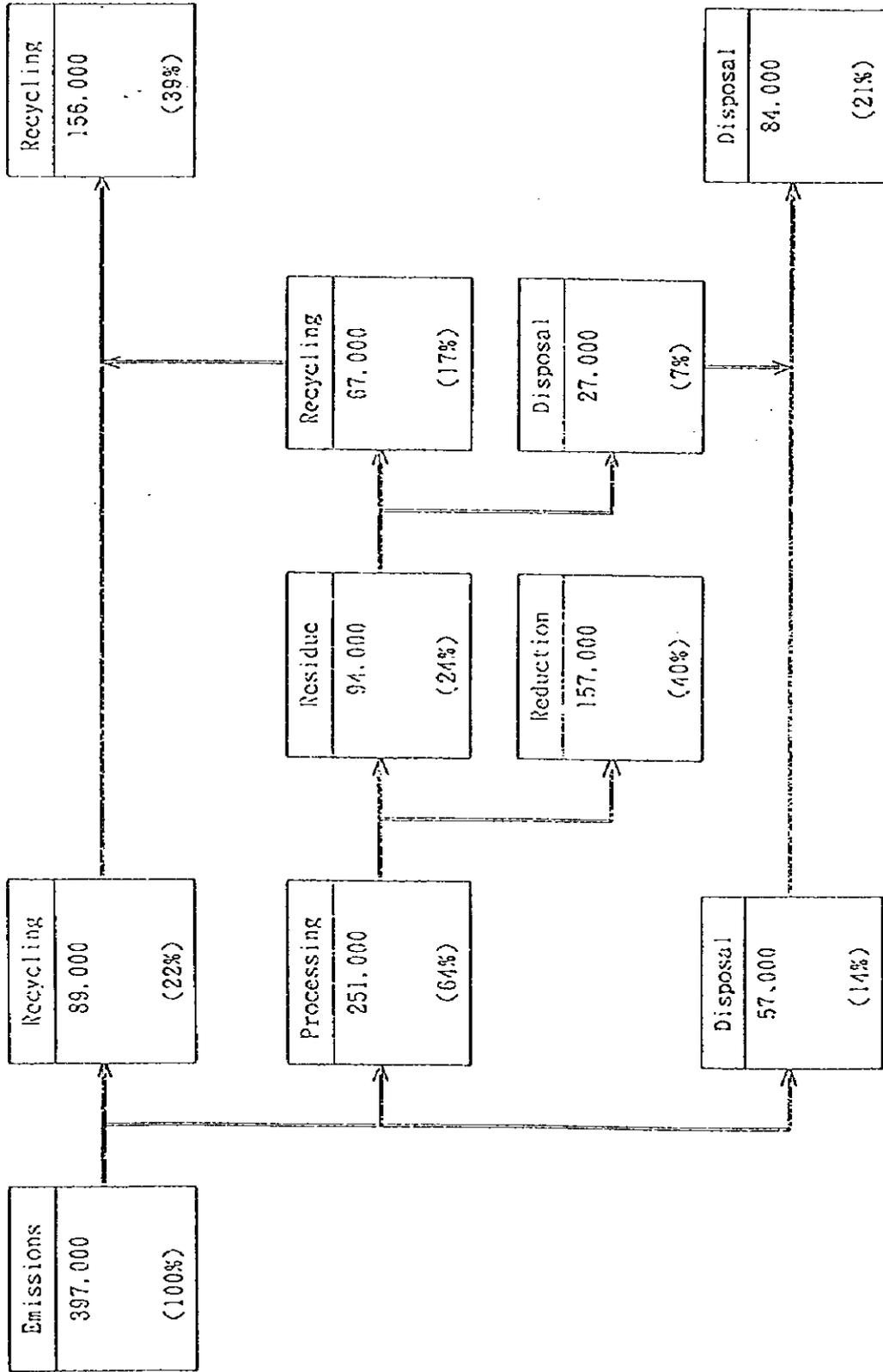
Production  
2,267 (100.0)

Raw materials  
2,267 (100.0)

\*\* Trash 51 (2.3)  
Humen waste 38 (1.6)  
\* Industry 91 (4.0)  
General 16 (0.7)

# Flow Chart of Industrial Waste Treatment (1998)

Unit: 10<sup>4</sup> tons



Industrial Waste Emissions  
by Line of Business(1993)

No.	Line of business	Quantity(10 <sup>3</sup> tons)	Ratio(%)
1	Manufacturing industry	134,657	33.9
	(Iron/Steel)	(30,934)	(7.8)
	(Pulp/Paper)	(29,373)	(7.4)
	(Ceramic/Earthen/Stone product)	(17,250)	(4.3)
	(Chemical)	(14,986)	(3.8)
	(Food processing)	(10,847)	(2.7)
	(Beverage/Feed/Tobacco)	( 5,215)	(1.3)
	(Transport machinery & equipment)	( 4,003)	(1.0)
	(Metallic product)	( 3,941)	(1.0)
	(Electric machinery & equipment)	( 3,768)	(0.9)
	(Lumber & wooden product)	( 3,312)	(0.8)
	(Others)	(11,028)	(2.8)
2	Construction	81,605	20.5
3	Agriculture	75,761	19.1
4	Elect. power/Town gas/Water service	67,488	17.0
5	Mining industry	29,173	7.4
6	Wholesale/Retail sale/Restaurant	4,386	1.1
7	Service industry	2,669	0.7
8	Others	1,130	0.3
	Total	396,869	100.0

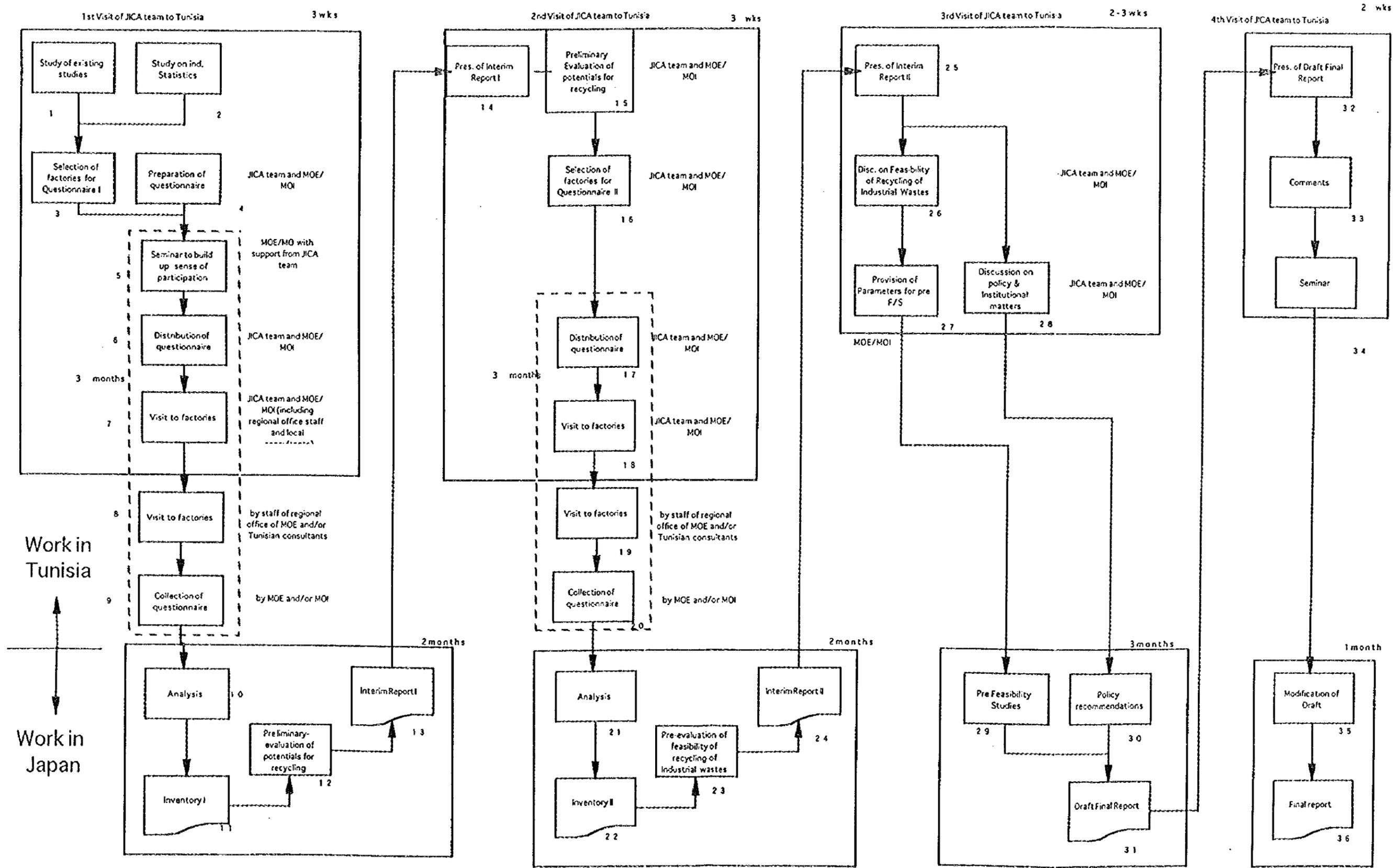
# Industrial Wastes (1993)

--- Recycling/Processing/Disposal ---

No.	Kind	Quantity(10 <sup>3</sup> tons)	Recycling(%)	Processing(%)	Disposal(%)
1	Cinders	2,696	9	7	84
2	Sludge	180,490	4	77	19
3	Waste oil	2,749	34	60	6
4	Waste acid	2,771	57	39	4
5	Waste alkali	1,538	28	59	13
6	Waste plastic	5,348	24	20	56
7	Waste rubber	71	28	2	72
8	Metal scrap	6,028	94	1	5
9	Waste glass/Ceramic	6,020	27	1	72
10	Animal/Vegetable residua	3,219	61	25	14
11	Wastepaper	1,683	78	12	10
12	Chips.	6,948	45	38	58
13	Flocks	114	64	27	9
14	Slag	30,867	91	0	9
15	Scrap wood in constr. work	61,541	44	3	53
16	Cattle excreta	75,567	94	5	1
17	Dead cattle bodies	75	79	10	11
18	Dust	9,144	49	44	7
	Total	396,869	39	40	21



# Operational Flow of the Study (Draft)



## II テュニジア国概況

## 1. 社会経済事情

### (1) 社会経済事情

チュニジアは、1956年にフランスから独立し、共和制へ移行。ブルギバ初代大統領の長期政権の後、ベン・アリ大統領が就任。民主化に取り組み、イスラム原理主義過激派(ナフダ)を厳しく取り締まり、94年の大統領・国会選挙で再選するとともに、野党4党が初めて議席を確保し、複数政党制の国会が誕生した。

外交は非同盟中立を基本とし、欧米諸国、特にフランスと緊密な関係にあり、穏健かつ現実的で、アルジェリア、モロッコなどの近隣諸国とも友好関係を保持している。

経済は、80年代に入り、外貨収入の柱である原油の生産低下、繊維産業の不振、干ばつの影響による農業の不振に加え、90年8月の湾岸危機に伴う投資、観光収入、移民送金の現象により経済状況が悪化したが、91年後半以降の豊作と欧州観光客のユーゴ情勢によるチュニジアへのシフトに加え、政府の迅速な対応により、経済は回復基調にある。

産業構造は、農業18%、鉱工業32%、サービス業50%ととなっており、商業、運輸、通信、観光等のサービス部門が相対的に発達しており、概要は次のとおり。

- (a) 主要産業 農業：小麦、大麦、柑橘類、オリーブ  
鉱業：石油、燐鉱石、鉛、亜鉛  
製造業：食品加工、セメント、繊維、機械部品、電機部品  
サービス業：観光
- (b) GNP：155億6710万ドル(1994年)
- (c) 一人当たりGNP：1,768ドル(1994年)
- (d) 経済成長率：3.4%(1994年)
- (e) 物価上昇率：4.7%(1994年)
- (f) 総貿易額：輸出<FOB>6,895.7百万ドル(1994年・経済開発省)  
輸入<CIF>8,002.6百万ドル(1994年・経済開発省)
- (g) 主要貿易品目：輸出 繊維製品、石油、肥料、化学製品等  
輸入 繊維、機械、自動車、穀物等
- (h) 主要貿易相手国：EU諸国が輸出の79.7%、輸入の69.5%を占め、中でも仏、独、伊の占める割合が大きい。

### (2) チュニジアの政策(第8次5ヶ年計画)

チュニジアは、2010年のEU加盟、本格的な市場経済移行を目指し、第8次5ヶ年計画(92~96年)を92年7月に発行し、「経済自由化の徹底(貿易の自由化、生産者価格の自由化、公社・公団の民営化・再編)」、「輸出の促進」、「工業分野の活動と競争力の強化」、「民間投資の促進」、「雇用の創出・人的資源の活用」、「環境及び自然への配慮」、「農業の重点化」等に取り組んでいる。

95年7月には、今後12年間で工業製品等の関税の段階的撤廃を目指す、EU-チュニジア・パートナーシップを締結した。これにより2010年のEU加盟も早まる可能性があるとともに、WTO加盟との関係で、EUだけでなく全世界的に関税撤廃を目指すと思われる。

しかし、全項目について関税を撤廃することは不可能であり、例外はあると思われ、また、ある調査期間の予測では、関税撤廃を行った場合、チュニジアの中小企業の3割が倒産すると予測されている。

97年から開始予定の第9次5ヶ年計画は、作成が始まったばかりで具体的には不明であるが、計画のプライオリティには、「産業セクターの競争力強化(主要企業への職業訓練、基本インフラ整備等への支援)」、「中小企業振興」、「水資源の開発」、「環境関連プロジェクトへの投資」等があげられている。

### (3) 鉱工業の現状

全体として順調な実質成長率の推移を見せているが、国内外の需要を反映して建築業や製造業の好結果とは裏腹に、燐酸、原油、天然ガス及び鉄鋼業は減産しており、主要油田の埋蔵量減少、保守、整備の不良による技術上の支障により国外市場への流通が困難と

なっている。

一方、輸出向け製造業は、特に食品関連産業、繊維、皮及び靴製品、機械産業、家電製品、その他製造業の製品が順調な伸びを見せて、工業部門は、国内総生産の28.2%を占め、製造業は約67万人分の職を担い、半加工品や最終消費財、設備材等の輸出割合は、年を追って増加している。

しかしながら、構造上の問題は残っており、産業活動の多くが十分に統合化されず、一次産品や半加工品、設備材等の輸入依存度が高いとともに、国内市場規模が小さいことから、国内市場を開放し、世界市場に組み込むことによって、一次産品の大規模加工工場の開発、設備材産業の創設など、スケールメリットによる生産が可能となろう。さらに、生産コストの削減、最適な付加価値の増加、先端技術の導入・取得、国家レベルの研究開発の促進を必要としており、生産の質的向上を図り、競争各国以上に労働者や資本面での生産性を高め、輸出の一層の拡大が望まれる。

また、産業界の堅実かつ調和のとれた発展のため、マグレブ諸国、EU等との2国間、多国間の協力を得て、産業の欠落部分に対し、根本的かつ適切な解決を見出す努力を続ける必要があり、特にプロジェクトの資金調達、技術・経験の供与、原材料の備蓄、製品の国外市場への流通等に有利となるようなパートナーシップの促進、奨励が必要である。

#### (4) 産業廃棄物処理への取り組み

チュニジアにおいては、産業廃棄物の定義が明確に存在しているわけではなく、統計データも存在していない状況であり、製造業においては、公害への関心は高いものの、環境、リサイクルについては、不明確である。

ある製造業の社長にヨーロッパから輸入している資材についていたリサイクルマークに関して質問したところ、何のマークかわからないとの回答であった。また、再生資源を利用した製品は、品質が良くないとの意見も聞いた。

ただし、行政側には、環境省が存在し、製造業を所管する工業省と協力し、積極的に取り組んでおり、リサイクル施設として、紙・段ボール、廃油などの処理施設があるらしい。

今後、チュニジアの鉱工業が発展していく過程において、早い時期から環境・リサイクルへの取り組みは有意義であり、現状把握と今後のプランニングのための統計データは必要性が高く、製造業者・一般市民への啓蒙・普及も重要と考えられ、今後の調査が実り多きものとなることが要望される。

## 2. 産業廃棄物リサイクルの現況

チュニジアにおける産業廃棄物のリサイクルの現況を把握するため、プラスチック成型工場、紙製品製造工場及び廃プラスチック再生工場の見学を行った。その結果、リサイクルは部分的ではあるが、比較的簡易な技術と設備で回収可能で、経済的に採算の合うものについては、商業ベースで実施されているものがあることがわかった。

### (1) SOTUPLAST社

スファックス市に工場があり、設立は1970年、従業員数は約50名（内4名は専門技術者）、ポリエチレン等を加工して、食品、薬品等の容器、玩具などを製造している。製造技術はドイツのBAYER社から導入している。

原料として、バージン・レジン年間約1,000トン消費しているが、全量輸入で賄っている。回収レジンが良い製品ができないので使用していない。

成型の段階で発生するはぎれや不良品の量は約5%程度あるが、全量自工場で回収して、容量の蓋などの原料として再利用している。使用済み潤滑油などの廃油は公社に有料で売却している。原料レンジ、顔料、薬品等に使用されている紙袋、プラスチック製品の袋、容器などはそのまま廃棄している。

### (2) AL-KHOUTAF社

工場はスファックス市にあり、段ボール箱、封筒、事務用紙、紙容器などを製造している。1959年設立、資本金400万TD（1US\$=0.969TD）、売上高770万TD、従業員184人の中規模の工場である。現在、段ボール箱用に2,000トン/年、封筒、事務用紙、紙容器などに1,100トン/年の原料用紙が消費されている。原料用紙はドイツ、オーストリア、フランス、スウェーデン、ノルウェーなどから輸入されており、段ボール箱用の80%は古紙からつくられたものである。

段ボール箱、事務用紙などの製造の段階で、原料紙の20%が廃棄物として出てくる。廃棄物用紙は高品位のコンピューター用紙とその他のものと分別し、自社で圧縮機にかけ、荷造りして、運搬業者に有償で引き渡している。これらの廃棄用紙はTunis、Enfidah、Sbitla、Sousse ある製紙会社に運ばれ、再生紙の原料となっている。

このほか、リサイクルされている廃棄物として、潤滑油などの廃油は1r当たり20 Millim（1TD=1,000 Millim）で公社に販売、不要となったアルミニウム製の印刷用型枠、木製の破損パレットは廃棄物業者に売却している。

原料、資材などの包装にもちいられているビニルフィルムやポリエチレンフィルムは年間10トン程度発生するが、市の廃棄物処理場に廃棄している。

### (3) KOTUCO-TUNISI社

テュニス市にある従業員31名の小規模な工場である。創業は1992年、当初は韓国

資本が入っていたが、現在は100%チュニジア資本となっており、株主は社長を入れて3名である。

Miled Salem 社長から、会社設立の経緯、事業活動等について概略次のような説明があった。

1991年事業化のための調査を開始し、全国の主要企業に質問状を送り、ヒヤリングを行い、廃プラスチックを排出する企業の協力を得て、1,500トン/年の熱可塑製樹脂、すなわち、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ABSなどを回収、ペレット化し、再生レジンとして販売する計画を立てた。創業当社は、利益の出る事業であったが、1992年の湾岸戦争を契機に、ヨーロッパから安価な再生レジンが輸入されるようになるとともに、最近、バージン・レジンと再生レジンの価格差が小さくなり（バージン・レジン800\$/トンに対し再生レジン700\$/トン）、再生レジンの魅力がなくなったため、販売が伸びず、経営状態が悪化した。このため、フランスのコンサルタント会社に経営診断を依頼したところ、再生レジン素材のままでは経営が成り立たないので、最終製品を作った方がよいという結論が出たので、現在、廃プラスチック600トン/年を原料として、工業用の容器、バケツ、野菜入れなどを製造している。

原料の廃プラスチックは、缶詰工場、ヨーグルト工場、プラスチック包装会社、家電製造会社などから購入しているが、廃プラスチックの収集、運搬は自社で行わず、収集業者に委託している。輸送費を節約するため、廃プラスチック発生工場に移動式粉砕機を持ち込み、粉砕、減容化後運搬を行っている。家庭からも、廃プラスチックが出るが、汚れているため洗浄を必要とし、採算が合わないため、工場から発生するものに限定している。

廃プラスチックのリサイクル事業など環境保全に関する事業には、国の資金補助、低利ローン、税の一部免除などの支援制度があるが、この制度ができて間がないため、まだ活用していない。

廃プラスチックの回収を行っている企業は、この会社を入れて2社のみである。

今回訪問した3工場のなかで、プラスチックの成型を行っているSOTUPLAST社と紙製品を製造しているAL-KHOUTAF社は、それぞれリサイクル活動を行っているが、その目的は、歩留まり向上、コストダウンといった経営上の観点から実施されているもので、結果として環境保全に役立っているものの、その動機は環境対策という視点からではないという印象を持った。

廃プラスチックの回収を行っているKOTUCO-TUNISI社は、比較的簡易な技術と設備で、回収、製品化の容易な、工場から比較的まとまって出てくる熱可塑性樹脂に焦点を当て、リサイクルを行っているが、もともとこの分野は、付加価値が低く、利幅の取れない分野であるので、経営はかなり苦しいようである。Salem社長は「チュニジアの環境改善と子孫に良い環境を残すために、苦しいけれど、今後もこの仕事に取り組んでい

ただきたい』と経営哲学の一端を披露してくれた。

時間的な制約から、非常に限られた工場しか見学できなかったが、チュニジアには、産業廃棄物リサイクルの基盤は部分的であるが既に存在し、より合理的な分別、収集、運搬のシステムの構築、より進んだ廃棄物の回収とその製品化のための技術の投入、適切な政策支援などが得られれば、産業廃棄物リサイクルはより推進され、チュニジアの環境改善に役立つのではないかという印象を得た。

### 3. リン酸性廃棄物の現況

#### (1) リン酸性廃棄物の現況 (要旨)

当工場において、リン酸性廃棄物となる石膏は、最終製品であるTSP (トリプルスーパーホスフェート：高濃度リン酸化学肥料) を製造するにあたり、原料となるリン酸液を製造する際に年間60万トン超が副生される。当工場では既に石膏の海洋投棄はやめたもののこれまでに排出された石膏が当工場内に500万トン堆積しており、かつ、この2年間で650万トンに増えている。これら灰色の堆積物は、広さ80ha×高さ30~32mの巨大なテーブル状の山 (タビア) を形成しており、粉塵の飛散や市街の光景を損なうなどスファックス市民の苦情が表面化しているもよう。後日、環境省に確認の意味で当国における石膏の海洋投棄の有無について質問したところ、環境省の推定によれば、当国では、他のガベス地区、ガフサ地区等のリン酸工場を含め全国で年間600万トンの石膏が排出され、そのうち40~50%が海洋投棄されているとのことであった。

したがって、環境・安全対策等も含め、石膏リサイクルが重要かつ緊急の課題であると認識されており、当国においても、米国で開発されたセメントへの石膏利用技術の実用化 (別紙参照) 等その対策を進めているが、一部技術の試験研究にとどまっている。このため、経済的にも裏打ちされた石膏リサイクル計画が求められているところ。

#### (2) 当工場の概要

(a) 会社名：Group Chimique Tunisien (通称 GCT)

(b) 創立：1947年 (当国を含めアフリカ地域における、リン鉱石産出国による初のリン酸製造会社であるとのこと)

(c) 資本金・資本構成：2億3800万TD・100%国営 (他の地区の工場を含め当国のリン酸関係工場は全て国営とのこと)

(d) 役員、従業員数：当工場の取締役は1人、下に2人の部長で原料、加工品・製品全てを担当。事務・人事・購買・品質管理部門等140人・現業240人。会社全体では5394人。

(e) その他、売り上げ高、利益等については別添資料参照

(f) 生産状況等

a) 当工場としての最終製品は高濃度リン酸肥料であるTSP (Triple Super Phosphate：三重過リン酸石灰 (注)) を年間33万トン ( $P_2O_5$ 換算) 製造している。製品は90%輸出され、主にシリア、トルコ、ギリシャ等に向けられ外貨を得ている主要工業製品の1つである。物流面では、原料のリン鉱石は当国の中西部、スファックス市の西方約200キロメートルにあるガフサ市の鉱山から貨物列車で運んでくる。また、硫酸は硫黄を輸入して、当工場で製造し、自消する。リン酸も自消。製品TSPは、トラックで工場から4~5キロ離れたスファックス港まで運び船積みする。

(注) 日本では重過リン酸石灰と呼称する。日本品は $P_2O_5$ 有効リン酸性分が30%以上のものを言う。欧米品は概ね40%超のものを言う。当工場のTSPは47%。

特徴：有効リン酸成分当たりの輸送コストは低廉。製法は、リン鉱石とリン酸の反応によるので主成分はリン酸カルシウム ( $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ ) であり、成分中に石膏を含まない肥料。価格はリン酸製造コストを要するので高価となる。

b) 注の通りTSPは、リン鉱石とリン酸液による反応生成物を肥料として用いるので石膏が不要物として排出することはない。ただし、化学反応用のリン酸液が必要である。リン酸液はリン鉱石と硫酸を反応させて製造するので、この場合には不要な石膏 (硫酸カルシウム) を分離・排出しなければならない。

このため、当工場内には過去から、また、現在も日々発生 (1時間当たり10

0トン。年間7200時間操業として72万トン、2年で144万トン増加しこれまでの500万トンが650万トンに増加したという話とほぼ一致する。) する大量の石膏がりん酸性廃棄物として堆積・保管されてタビア (TABIA。アラビア語で農業用の小さい堰・ダムの意味のこと) といわれている灰色のテーブル状の山を形成している。

(3) 当国における石膏リサイクルへの対応

当工場において、これまで石膏のリサイクルに関する欧米の調査研究機関の情報収集、大学との共同研究等を進めてきたが、いずれもリサイクル費用がかかりすぎて製品コストが上がってしまうために実用化に至るまでの成果が上がっていないとのこと。また、安全性の面でも石膏自体に含まれている放射性物質、重金属がリサイクル製品となった場合、人にどのような健康被害を及ぼすか否かという点について多大な関心をしめしていた。

一例をあげれば、石膏リサイクル製品の開発に関して、また、安全性に関しても興味ある実験が当工場とチュニスの南方にあるセメント工場も参加して、アメリカで行われている。概要を紹介すると、米国で10年前に開発された

「ULTIMAX」という商品目のセメント (別紙参照) に石膏45%を混ぜたりサイクルセメント約3トンも詳細は把握していないもようだが、一般のポルトランドセメントに加えられる石膏は3%程度であるので、石膏のリサイクル量が増える可能性がある。しかし、「ULTIMAX」が比較的高価であるらしく経済性をクリアできるかどうか、石膏が増えたことで安全性は問題ないかといった課題を抱えているもよう。

## " ULTIMAX" スペシャルセット

- ・米国で10年前に開発された。
- ・国際規格
- ・組成      ポートラントセメントクリスタル      75%  
                 加工済スーパークリスタル              25%

### 1 <特性>

- ・時間短縮      24時間（従来のものは28日）
- ・水に対する耐性が強い
- ・水分が失われない→裂け目ができにくい
- ・追加で水分を与える必要がない→自然に均一化する（超塑性）
- ・いかなる水でもOK→（海水も）
- ・硫酸塩、海水に強い→恐らく、あらゆる骨材を混合可
- ・酸性防止

### 2 <利用>

- ・道路、高速道路、滑走路の建設・修復
- ・かんがい用運河
- ・廃水処理水路
- ・VRD等
- ・パーティション・冷凍庫の修理
- ・貯水塔
- ・短期工事
- ・海底、ダム、橋の工事
- ・石油タンクの栓

### III 添付資料

S. HASSINI

AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

LA GESTION DES DÉCHETS DANGEREUX

SYNTHÈSE DU RAPPORT INTERMÉDIAIRE

JUN 1993

DAGH WATSON s.p.a.

en collaboration avec

COMETE ENGINEERING et MF ENGINEERING

## PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

L'étude de la gestion des déchets dangereux (ou "à risques"), financée par le programme d'assistance technique METAP, est une mission confiée à la société italienne Dagh Watson s.p.a. (Milan) associée aux bureaux d'études locaux COMETE Engineering et MF Engineering.

Le présent document est une synthèse récapitulant les principales conclusions et recommandations de la première phase de la mission ; les objectifs de celle-ci sont :

1. établir un diagnostic de la situation en Tunisie pour la production, la réglementation et l'élimination des déchets dangereux ;
2. évaluer les natures et les quantités de ces déchets ;
3. définir les traitements auxquels ces déchets devraient être soumis pour assurer une protection optimale de l'environnement ;
4. identifier les implantations optimales de plusieurs plates-formes de traitement ;
5. proposer les principes d'une réglementation tunisienne des déchets dangereux ;

et enfin,

6. préciser le(s) site(s) pour la réalisation d'une plate-forme pilote, dont l'étude technique et financière détaillée constituera la deuxième phase de la mission.

## LES DÉCHETS DANGEREUX OU "À RISQUES"

Bien que la législation tunisienne ne comporte pas de définition de ce qu'est un déchet dangereux, celle-ci résulte implicitement des textes de la convention de Bamako, ratifiée par le gouvernement tunisien en 1991, qui donne, dans ses annexes :

1. l'énumération et la nature des risques susceptibles d'être provoqués par des déchets ;
2. l'identification des produits "à risque" constituant – ou contenus dans – ces déchets ;
3. le types de traitement préconisés selon la catégorie.

Concrètement, l'étude a examiné le cas de quatre origines de déchets à risques :

1. les déchets d'origine industrielle ;
2. les déchets des abattoirs pouvant contaminer la santé ;
3. les déchets hospitaliers (contaminés) ;
4. certains constituants courants et dangereux des ordures ménagères (piles au mercure, produits pharmaceutiques).

L'étude des trois dernières catégories de déchets est limitée à leur identification, leur localisation et leur volume ; en effet, le problème de leur gestion relève d'autres mesures que celles visées par l'étude.

De plus, certains déchets industriels n'ont pas été pris en considération, car déjà objet d'études et de mesures spécifiques (extraction et chimie des phosphates dans les régions de Gafsa, Gabès et Sfax).

En outre, les déchets inertes et les déchets assimilables aux déchets domestiques sont exclus.

## MÉTHODES D'ESTIMATION

Le calcul de la génération de déchets industriels (dangereux ou non) est basé sur :

- un recensement par gouvernorat des établissements industriels, avec leur activité codée ISIC et leur effectif employé ;
- des enquêtes directes auprès d'établissements représentatifs permettant d'ajuster aux conditions tunisiennes les ratios d'un logiciel spécialisé "Winventory".

## L'IMPORTANCE DES DÉCHETS INDUSTRIELS DANGEREUX (RÉSULTATS)

Nota : Les chiffres qui sont donnés ici représentent la production probable, à l'origine, de déchets industriels ; les quantités effectivement rejetées sous forme de déchets sont certainement inférieures (rejets liquides en mer, fumées non interceptées, produits à risques se retrouvant dans les boues d'épuration).

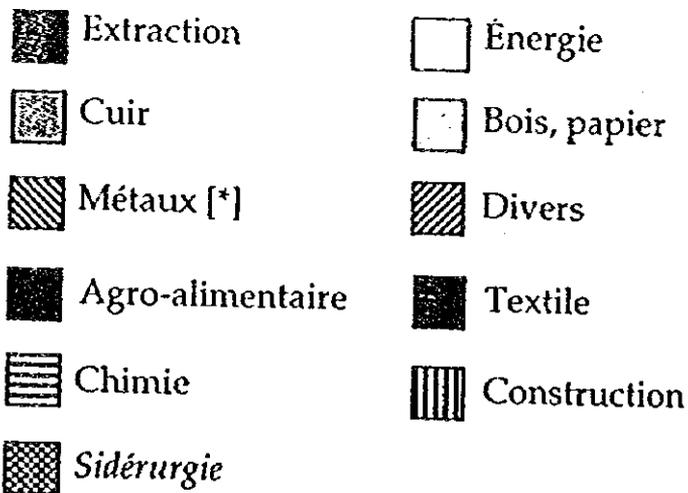
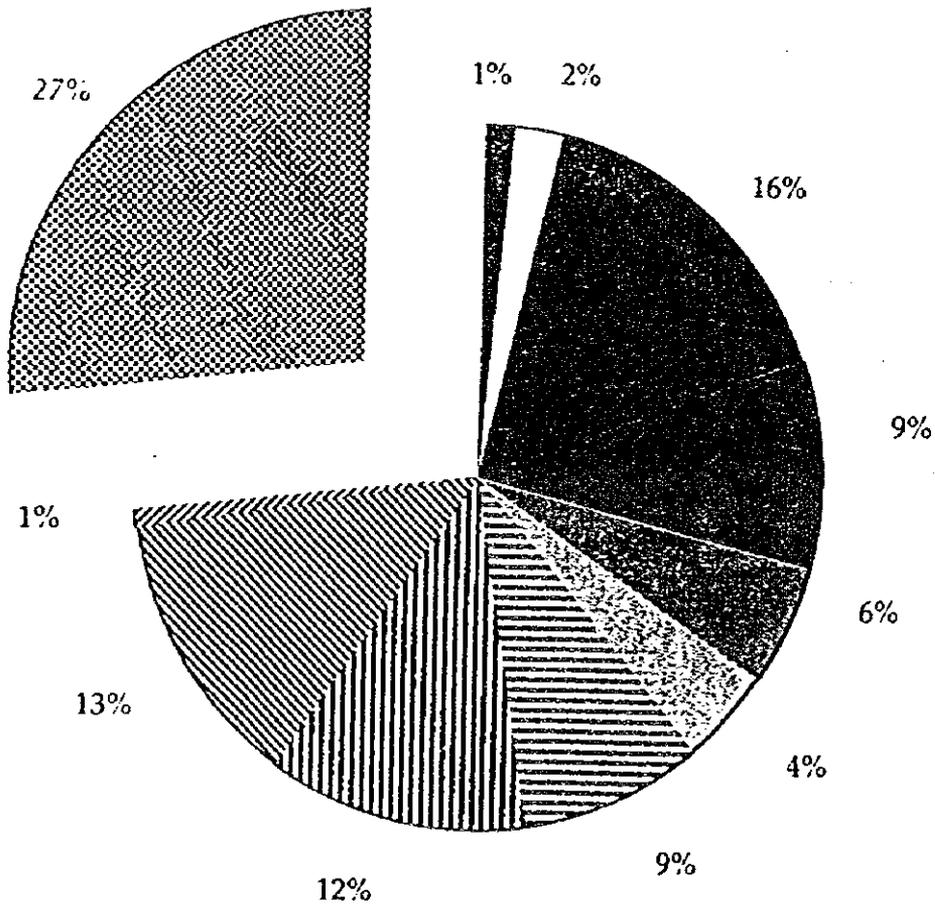
La production totale de déchets industriels est estimée à 317 000 tonnes par an pour toute la Tunisie. Le tableau et les graphiques des pages qui suivent en donnent la répartition selon la branche industrielle, selon l'origine géographique et selon la nature (en tonnes/an).

### PRODUCTION DE DÉCHETS

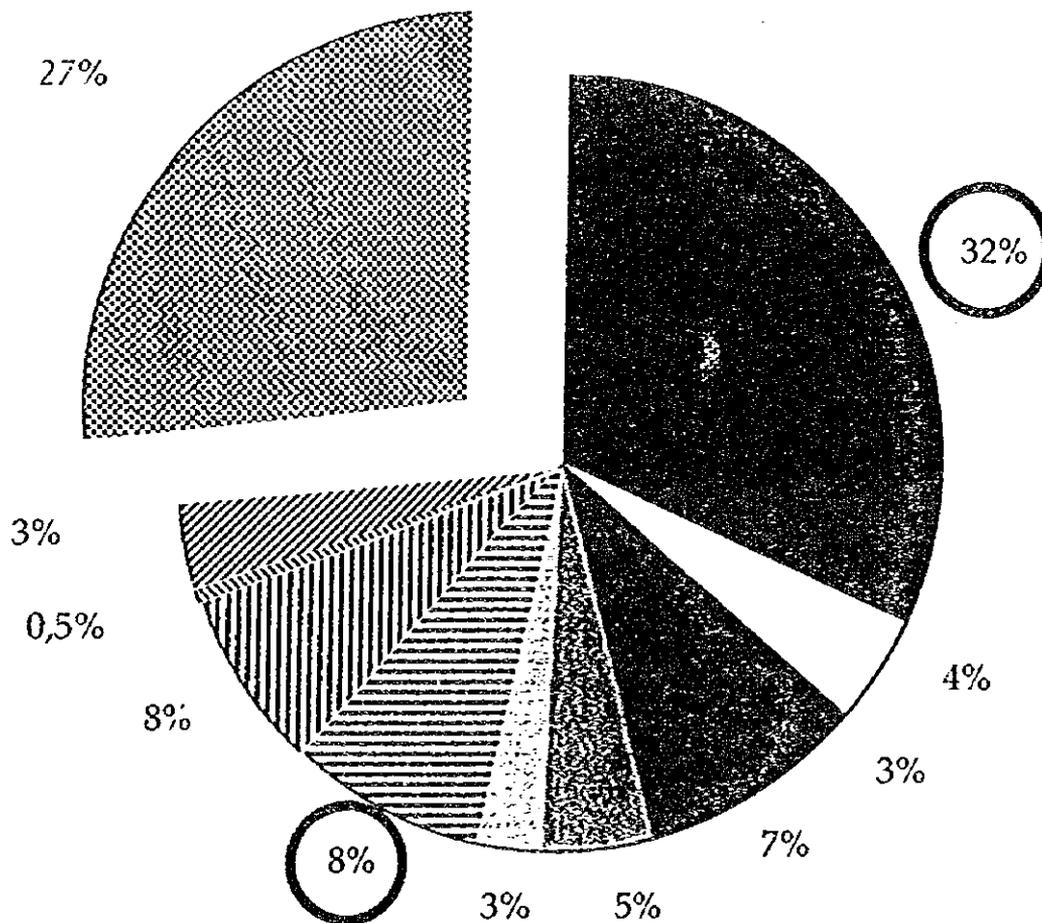
Par branche industrielle		Par origine géographique		Par mode de traitement	
Branche		Gouvernorats		Traitement	
Mines, carrières	4 500 T	Grand Tunis/Sud	101 100 T	Biologique	700 T
Agro-alimentaire	50 400 T	Grand Tunis/Nord	13 600 T	Egouts	1 200 T
Textiles	30 100 T	Bizerte [*]	9 600 T	Confinement	4 600 T
Cuirs	17 800 T	Autres Nord-Est	21 700 T	Physico-chimique	21 300 T
Bois et papier	13 700 T	Nord-Ouest	14 500 T	Recyclage	9 500 T
Chimie	27 600 T	Centre-Ouest	9 000 T	Enfouissement [*]	142 400 T
Matériaux	38 400 T	Sousse-Monastir	26 900 T	Stabilisation	23 300 T
Métaux [*]	40 400 T	Sfax-Mahdia	24 400 T	Thermique	29 800 T
Divers	2 800 T	Sud-Ouest	900 T	Sidérurgie	84 400 T
Energie	7 100 T	Sud-Est	11 100 T		
Sidérurgie	84 400 T	Sidérurgie	84 400 T		
<b>Total</b>	<b>317 200 T</b>		<b>317 200 T</b>		<b>317 200 T</b>

[\*] hors sidérurgie

### RÉPARTITION PAR BRANCHE INDUSTRIELLE

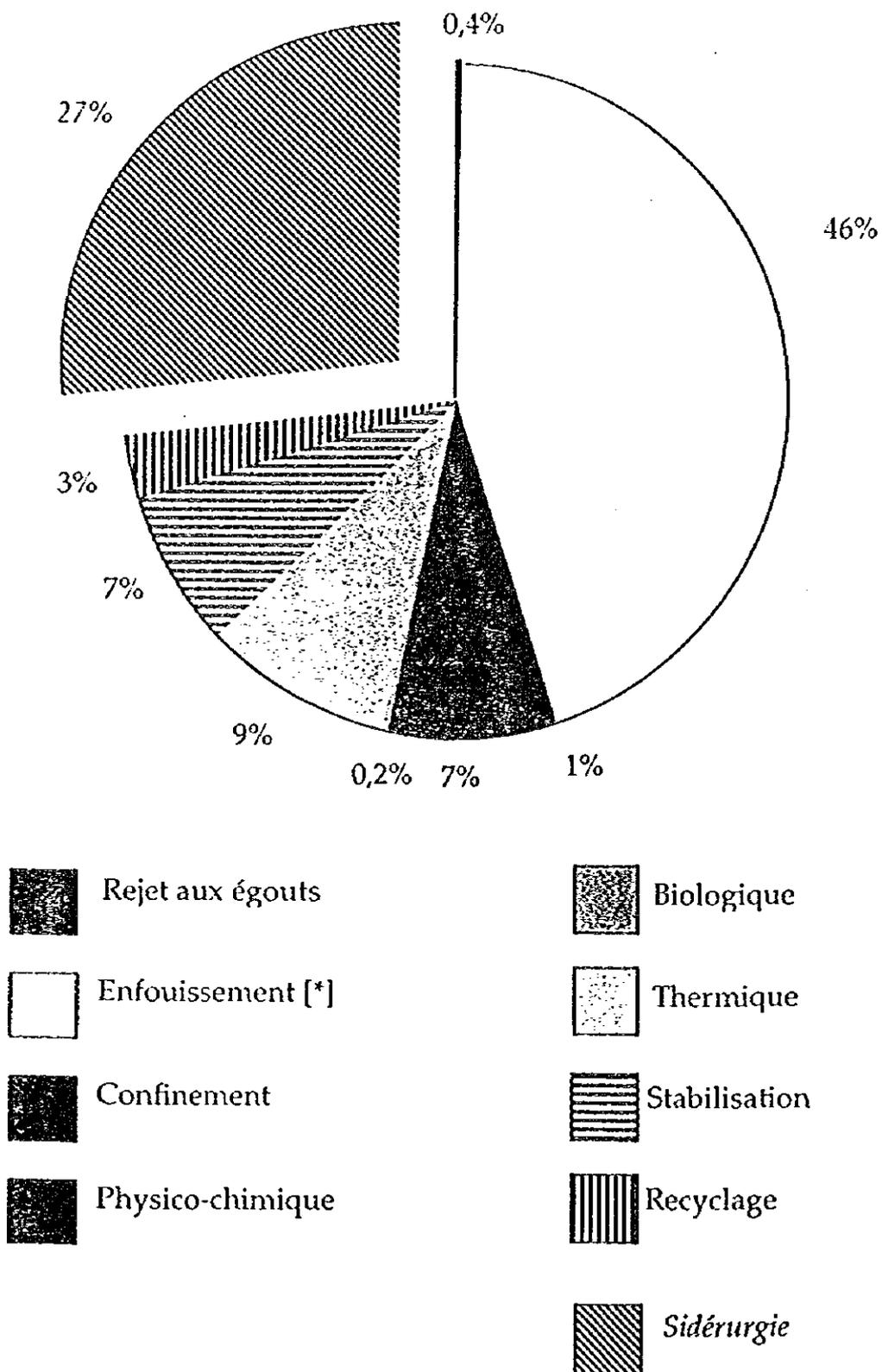


RÉPARTITION PAR ZONE GÉOGRAPHIQUE



- |  |  |
|--|--|
|  Grand Tunis/Sud  |  Sahel/Nord   |
|  Grand Tunis/Nord |  Sfax-Mahdia  |
|  Nord-Ouest       |  Centre-Ouest |
|  Bizerte [*]      |  Sud-Ouest    |
|  Autres Nord-Est  |  Sud-Est      |
|  |  Sidérurgie   |

### RÉPARTITION PAR TRAITEMENT PRÉFÉRENTIEL



Le cas particulier de la sidérurgie (El-Fouladh) est traité à part ; cette unité de Menzel-Bourguiba produit à elle seule 84 000 tonnes de déchets, susceptibles d'une mise en décharge contrôlée (enfouissement), moyennant les mesures convenues avec l'ANPE pour l'agrandissement de ses capacités. Les quantités correspondantes ne seront pas prises en compte dans la suite de l'étude.

Ce qui apparaît clairement, c'est que 50 % des déchets sont produits dans les gouvernorats du Grand Tunis, dont 44 % dans la zone Sud (Tunis et Ben-Arous) ; la production par branche est assez également répartie entre :

- 1 l'agro-alimentaire (22 %) ;
- 2 les industries des métaux, mécaniques et électriques (18 %) ;
- 3 l'industrie des matériaux de construction (16 %) ;
- 4 à égalité, le textile et la chimie (12 %) ;
- 5 le reste (cuir, bois, papier, divers) se partageant 20 % des déchets.

Pour les traitements préférentiels, l'enfouissement (décharge contrôlée de classe 2B) est le plus fréquent avec environ 150 000 tonnes, soit 61 % du total ; la mise directe en décharge spéciale pour déchets dangereux (confinement) n'est envisageable que pour moins de 2 % des déchets industriels. Le recyclage est également rare : environ 4 % du tonnage et les traitements thermiques de destruction pourraient concerner, si leur coût était jugé acceptable, presque 13 % du tonnage. Les déchets qui sont susceptibles d'être mis en confinement après traitement (biologique, physico-chimique ou par stabilisation/solidification) représenteraient donc entre 19 % et 32 % du tonnage total ; la mise en décharge spéciale (confinement) après ou sans traitement intéresserait donc entre 23 et 34 % du tonnage total, hors sidérurgie, soit de 55 000 à 80 000 tonnes.

Les décharges à prévoir en Tunisie, pour ces types de déchets objets de l'étude, seraient de trois types :

- 1 Classe 2B : déchets spéciaux non toxiques
- 2 Classe 2C : déchets spéciaux toxiques

La répartition plus précise des déchets selon le type de traitement et la décharge de destination finale sera définie en phase II, lors du dimensionnement et de l'optimisation du système de gestion.

## SYSTÈME DE GESTION DES DÉCHETS DANGEREUX

### GÉNÉRALITÉS - COMPOSANT DU SYSTÈME

On définit "système de gestion des déchets" l'ensemble des opérations qui, à partir de la phase de production, assurent une gestion correcte des déchets jusqu'à leur mise en décharge finale ou à leur récupération sous forme de matières secondaires.

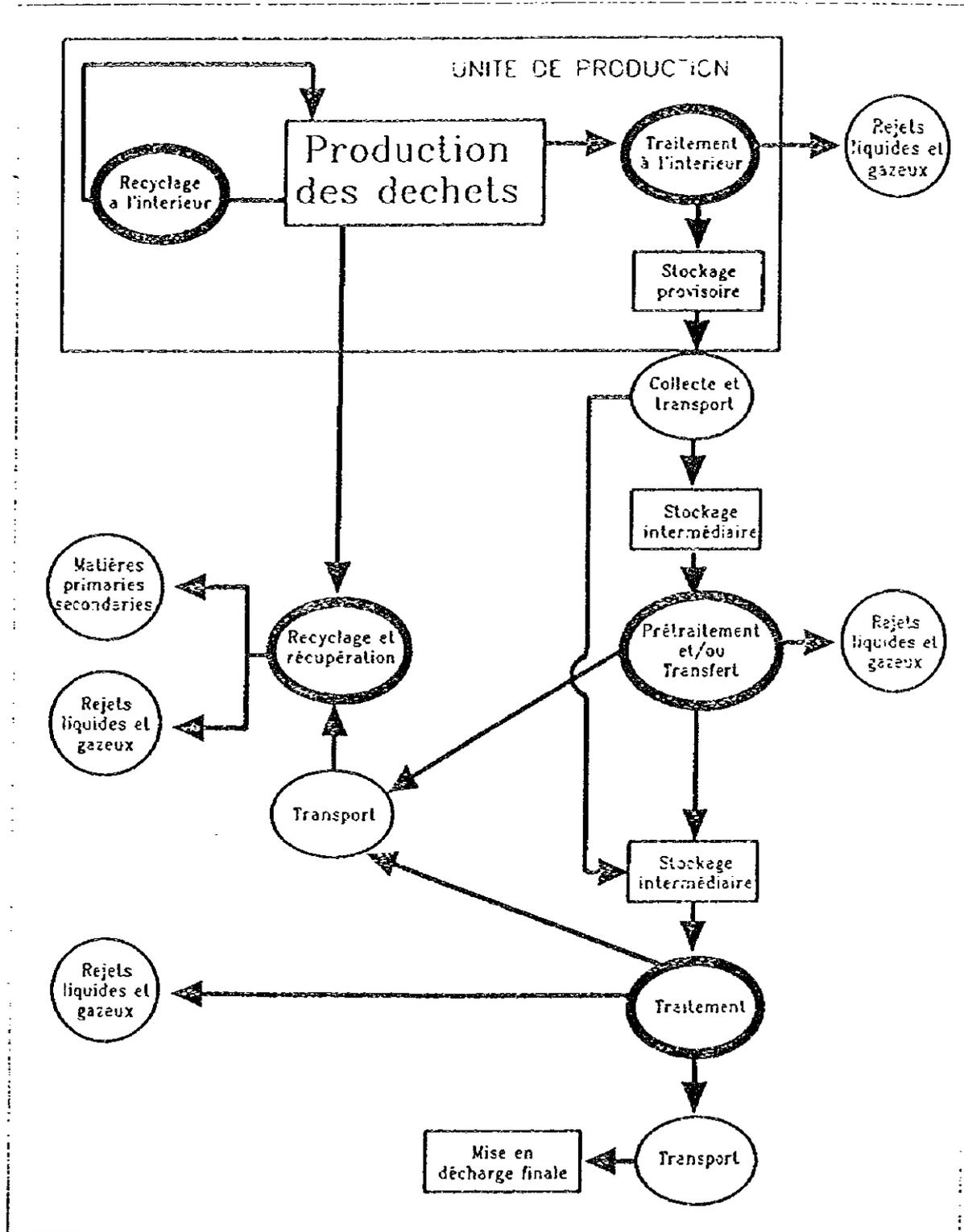
Un schéma simplifié du système de gestion est indiqué dans la figure de la page suivante .

Ce schéma met en évidence les différentes phases du système:

- La réduction de la production des déchets.
- La réduction du danger des déchets produits
- Le recyclage à l'intérieur du cycle de production
- Le traitement à l'intérieur du bâtiment de production
- La collecte et le transport.
- Le stockage intermédiaire.
- Le prétraitement, la collecte et le transfert sous leur forme la plus économique
- Le transport secondaire.
- Le stockage et le contrôle à la station de traitement.
- Le traitement final.
- Le recyclage.
- La mise en décharge finale.

On considère comment faisant partie du système les opérations qui sont effectives à l'intérieur des bâtiments de production, y compris toutes les opérations qui peuvent aboutir à une réduction de la quantité de déchets produits autant qu'à la mise en place des procédés de production moins polluants.

# Composantes du système de gestion des déchets dangereux



## OBJECTIFS ET CONTRAINTES

Le projet du système de gestion des déchets dangereux doit se poser des objectifs clairement fixés dans le but de définir des critères de choix entre les différentes alternatives possibles.

En traitant des déchets dangereux, l'objectif est bien défini, et concerne principalement la protection de la santé et de l'environnement et la réduction des risques pouvant provenir du stockage, du transport et du traitement.

Les contraintes auxquels le projet se confronte se résument principalement dans les deux facteurs suivants.

- facteurs économiques,
- facteurs culturels et civiques (prise de conscience).

## ÉVALUATION DES ALTERNATIVES

La hiérarchie des actions à mener est définie par le principe prioritaire de réduction de gaspillages des ressources en terme de matières premières et d'énergie :

1. Réduire la production des déchets par l'emploi de techniques propres.
2. Réduire le caractère dangereux des déchets qui éventuellement sont produits en contrôlant la quantité et la concentration des matières toxiques présentes.
3. Réutiliser le plus possible les matériaux récupérables.
4. Favoriser les traitements in situ si c'est économiquement et techniquement faisable.
5. Favoriser les traitements qui donnent une récupération d'énergie.

Dans le cas spécifique de la Tunisie et sur la base de l'analyse jusqu'ici conduite, on peut individualiser:

1. La nécessité de développer un programme de sensibilisation (information et formation) destiné à tous les opérateurs intervenant dans la filière de la gestion des déchets (centre d'information sur les déchets dangereux).
2. La nécessité de définir pour les industriels concernés toutes les modalités qui régiront le système de gestion de données et leur

mise en application le plus rapidement possible.

3. La nécessité de focaliser l'action sur un nombre de déchets qui sont critiques (PCB...)

Bien que l'étude ait pour objet le système des déchets dangereux, il faut dire que, dans la pratique de la gestion, on ne suivra pas strictement la classification officielle des catégories des déchets, parce qu'on doit plutôt se rapporter aux systèmes de traitement.

C'est dire, par exemple, qu'on peut bien envoyer à l'incinération des déchets organiques spéciaux avec pouvoir calorifique élevé bien qu'ils ne soient pas classés dangereux.

Aussi, dans les décharges pour déchets spéciaux, on peut accepter parfois et sous certaines conditions, certains déchets toxiques, etc.

On notera qu'actuellement, beaucoup de déchets spéciaux, sont mis en décharge avec les ordures ménagères.

Le système de traitement proposé devra pourtant considérer :

- Tous les déchets destinés aux décharges pour déchets dangereux de classe 2C (*hazardous waste landfill*) ou spéciaux de classe 2B..
- Tous les déchets destinés au traitement physico-chimique.
- Tous les déchets qui nécessitent des traitements de stabilisation/détoxification.

#### DÉCHETS À TRAITEMENT PARTICULIER (INCINÉRATION)

Deux catégories de déchets doivent être soumis à l'incinération ou d'autres traitements spéciaux :

1. Les déchets liquides organiques classés toxiques.
2. Les déchets hospitaliers classés dangereux.

De tous les déchets spéciaux qui sont produits en Tunisie environ 30.000 tonnes/an peuvent être incinérés avec récupération d'énergie. Cette quantité correspond à la taille usuelle d'un incinérateur pour déchets spéciaux et la réalisation d'une telle installation destinée au bassin nord-est de la Tunisie, est utile, bien que non prioritaire par rapport aux autres composantes du système de gestion des déchets dangereux.

En considérant les coûts d'installation et d'exploitation très réduits, envisagée pour la catégorie de déchets 1 (déchets liquides organiques classifiés toxiques), une solution transitoire encore plus valable serait leur utilisation comme combustibles dans les fours de cimenterie. La quantité des déchets à incinérer dans ce cas est estimée à 4 000 tonnes/an ; cette quantité peut être prise en charge par l'industrie du ciment.

Par contre, les déchets hospitaliers nécessitent des incinérateurs spécialisés. De ce fait, il ne sera pas possible de les traiter comme précédemment.

## IDENTIFICATION ET SÉLECTION DES SITES

La procédure utilisée pour la recherche des sites, et plus particulièrement celui (ceux) de la plate-forme pilote, est une démarche par synthèse d'éléments de choix multiples, comprenant :

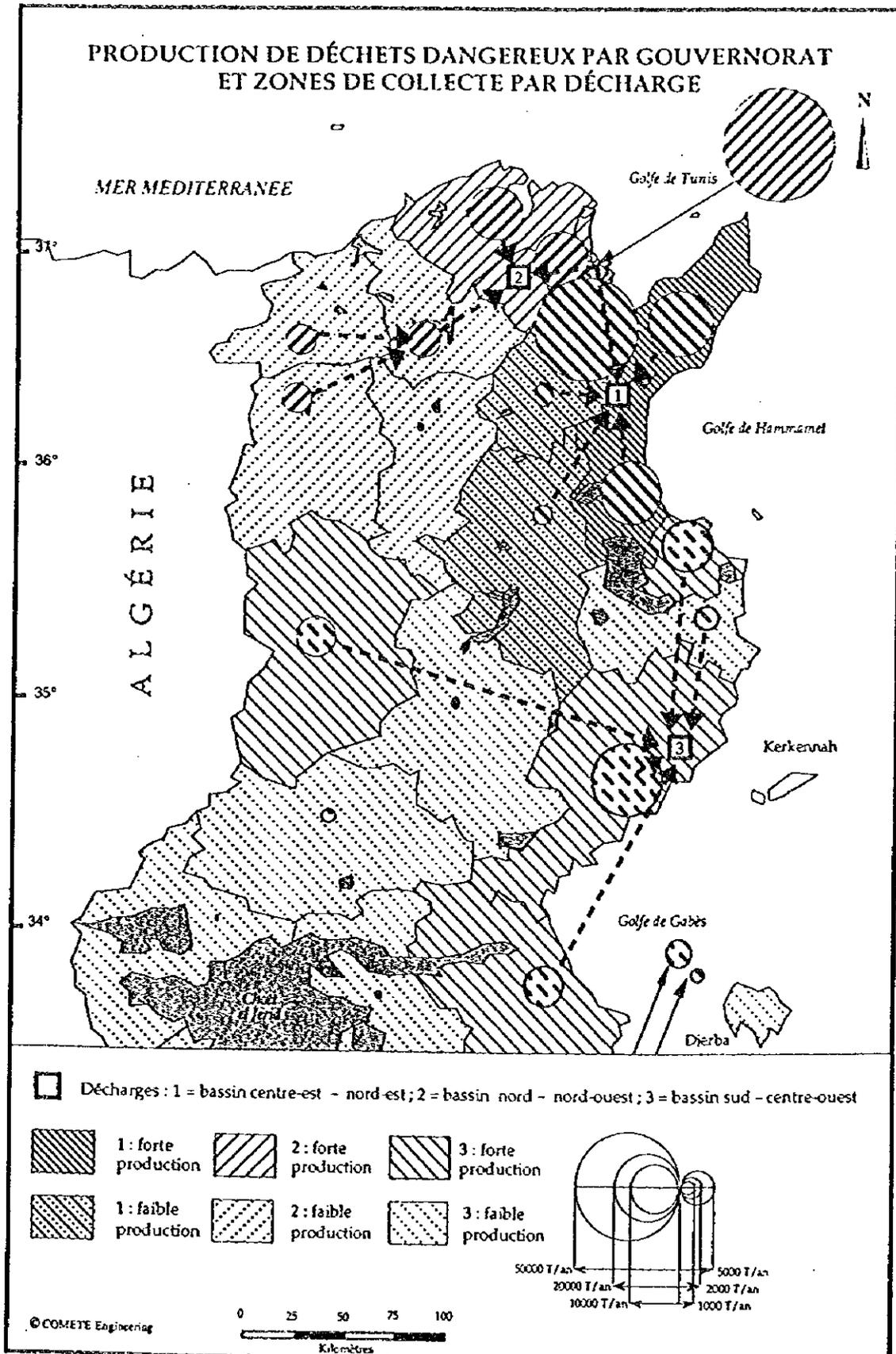
- 1 la proximité géographique entre lieux de production de déchets et sites de traitement ;
- 2 les facilités de communication et, plus précisément, l'évitement des agglomérations et zones sensibles ;
- 3 la sensibilité des sites aux impacts d'une plate-forme (paysages, sites historiques ou archéologiques, tourisme, peuplement,...) ;
- 4 l'hydrologie, la géomorphologie et la géologie avec préférence pour les sites disposant de couches épaisses de marnes ou argiles étanches et continues.

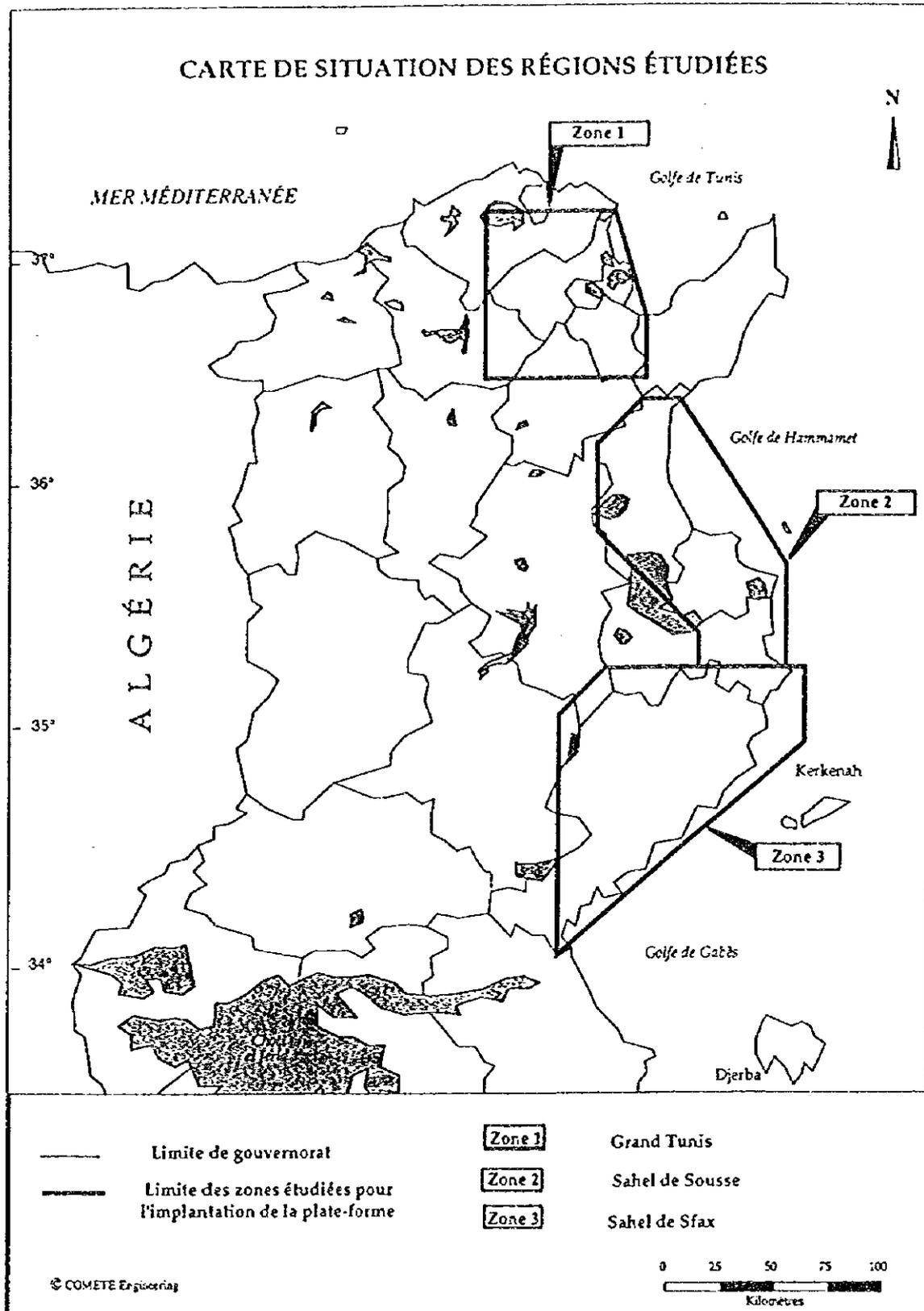
La sélection géographique des sites s'est faite à trois échelles de plus en plus précises :

- 1 les bassins de collecte, avec en filigrane l'idée d'une organisation générale autour de trois plates-formes (Nord, Centre et Sud) ;
- 2 les zones de recherche physique (hydrologie et géomorphologie) dans les trois régions de Tunis, Sousse et Sfax ;
- 3 pour la plate-forme pilote, une identification détaillée de sites, avec capacités et classification selon les critères d'impact.

La carte de la page suivante définit les trois bassins de collecte proposés ; il est à noter que le rattachement des gouvernorats à faible production de déchets (nord-ouest, centre-ouest, sud) à l'un ou l'autre des bassins tient plus à la configuration et à l'orientation générales du réseau de transport qu'à des considérations de répartition des tonnages.

Pour le gouvernorat de Tunis, le rattachement à l'un des deux bassins Nord et Centre est indicatif ; c'est plus en fonction des facilités de traitement et de transport que les déchets des zones industrielles de ce gouvernorat seront orientés vers l'un ou l'autre.



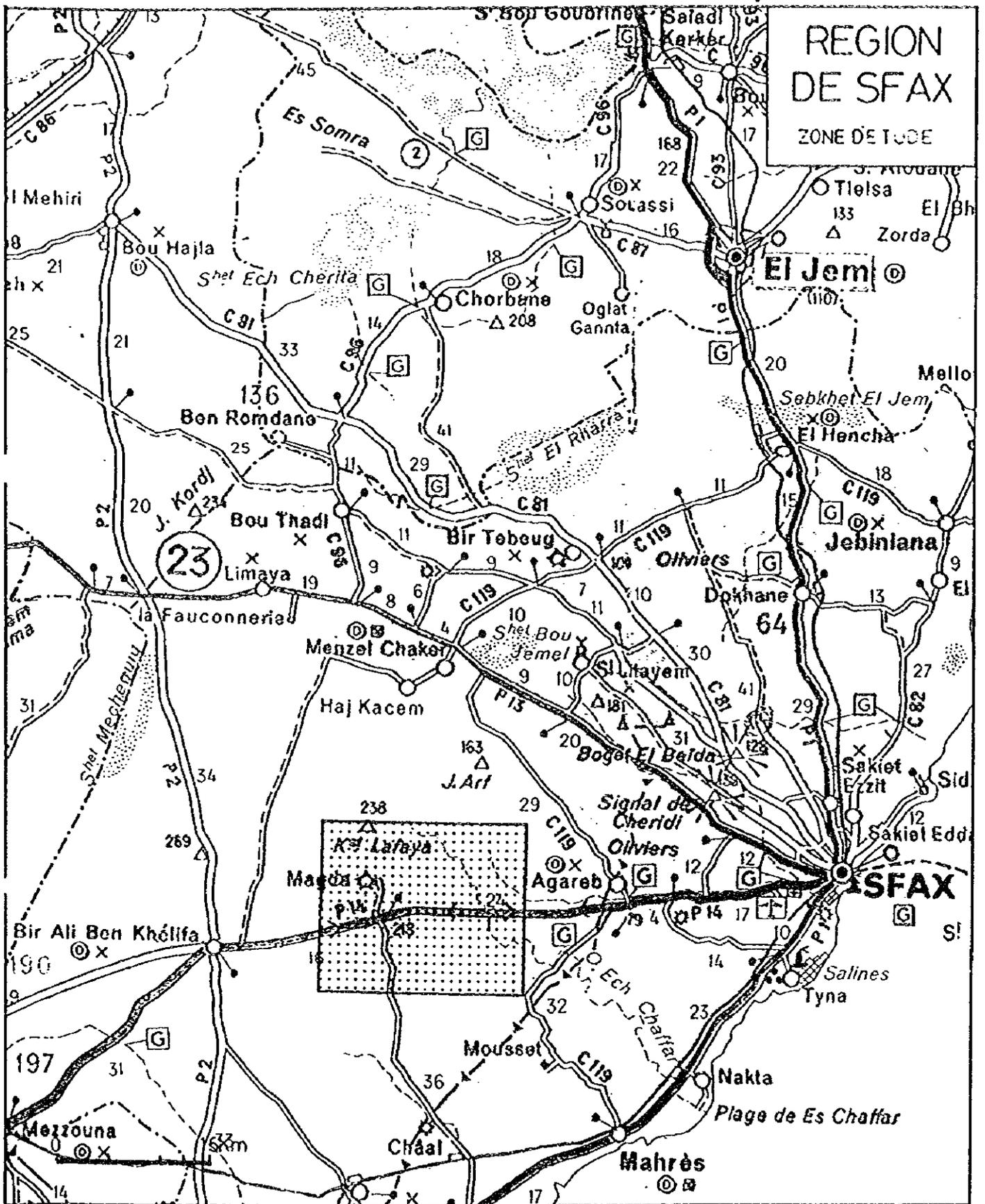


Pour chacun de ces trois bassins, et dans les zones *a priori* les plus fa-



# REGION DE SFAX

ZONE D'ETUDE



vorables, il a été procédé à la recherche de sites potentiels pour les décharges projetées. Ces zones, figurées sur la carte de la page précédente, correspondent sensiblement :

Bassin n° 1 : Gouvernorats du Grand Tunis + sud de celui de Bizerte + est de celui de Béja + nord de celui de Zaghouan ;

Bassin n° 2 : Gouvernorats de Sousse et Monastir + est de celui de Mahdia

Bassin n° 3 : Gouvernorat de Sfax

Les analyses lithologiques, morphologiques et hydrogéologiques ont permis de repérer trois grands sites présentant des potentialités importantes pour l'implantation d'une ou plusieurs plates-formes. Ils se présentent ainsi (cf cartes des pages suivantes, à fond lithologique) :

Région de Tunis                      Au nord de Tebourba :

- présence d'une grande étendue de lithologies imperméables (argiles, marnes) ;
- terrains à basse perméabilité ;
- absence nappes phréatiques ;
- nappe à l'ouest de qualité médiocre ;
- point de confluence possible de transports venant du Nord-Est, de l'Ouest et des zones ouest et nord du Grand Tunis ;
- moins de 50 km d'une zone de production élevée ;
- pas de zone sensible à proximité.

Région du Centre                      À l'ouest de Bouficha

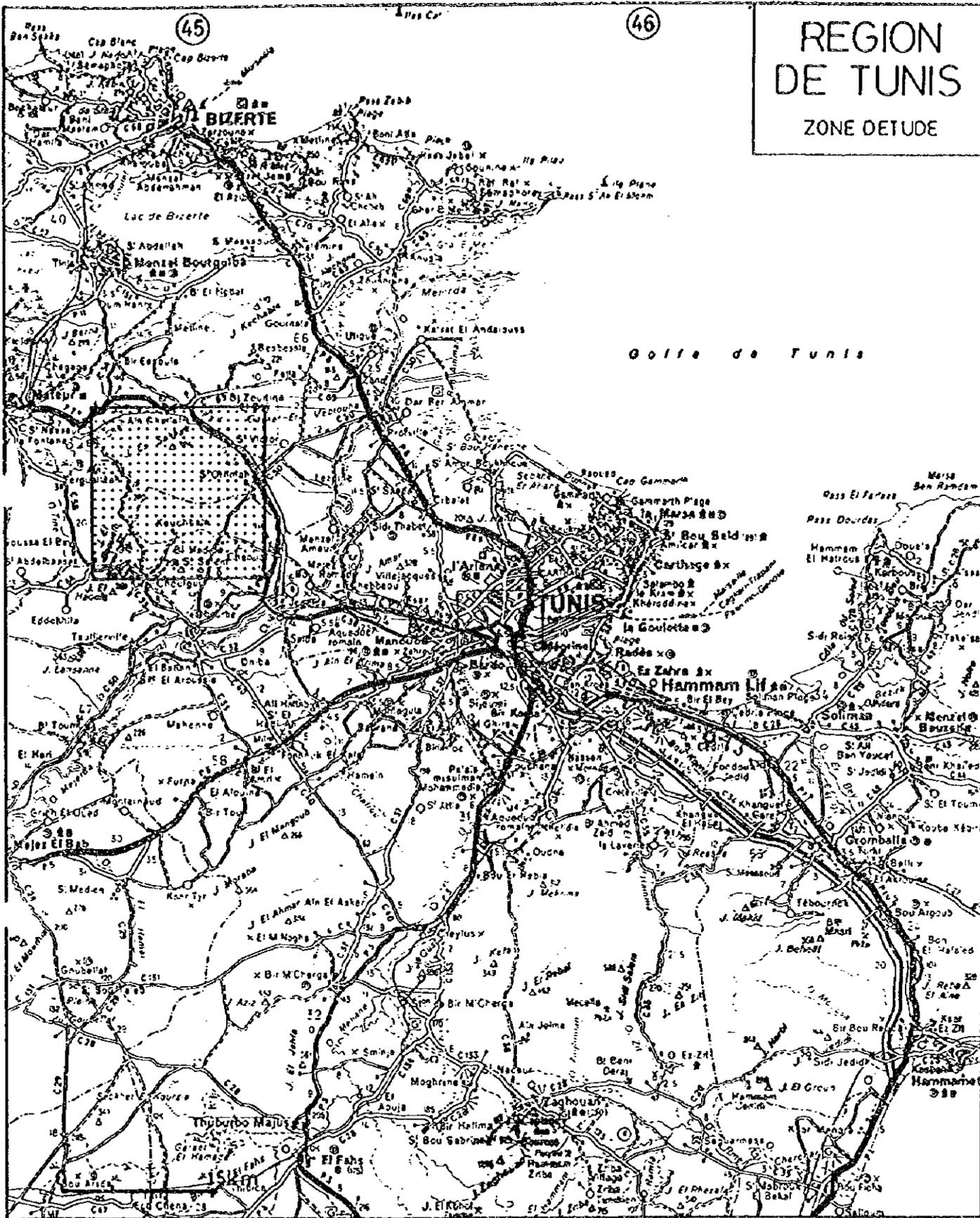
- formations argileuses imperméables, sans nappe phréatique ;
- pentes douces ;
- accès par l'autoroute Tunis - Sousse à moins de 15 km ;
- moins de 80 km de la plus grande concentration de déchets (Ben Arous) ;
- sites disponibles éloignés de zones sensibles.

Région du Sud                      À l'ouest de Sfax (Borj Magda)

- imperméabilité d'une formation argileuse épaisse à fine granulométrie ;
- nappe entre 30 et 50 m ;
- éloignement de la côte ;
- moins de 40 km de Sfax ;
- pas de zone de protection à proximité.

Les cartes des pages qui suivent situent les zones d'implantation possibles.

REGION  
DE TUNIS  
ZONE DETUDE



Il est proposé de donner la priorité de réalisation (plate-forme pilote) au site de la région de Bouficha, qui présente l'avantage de desservir à la fois la région de Tunis (Ben Arous) et le sahel de Sousse à partir de l'autoroute existante ou en cours de finition.

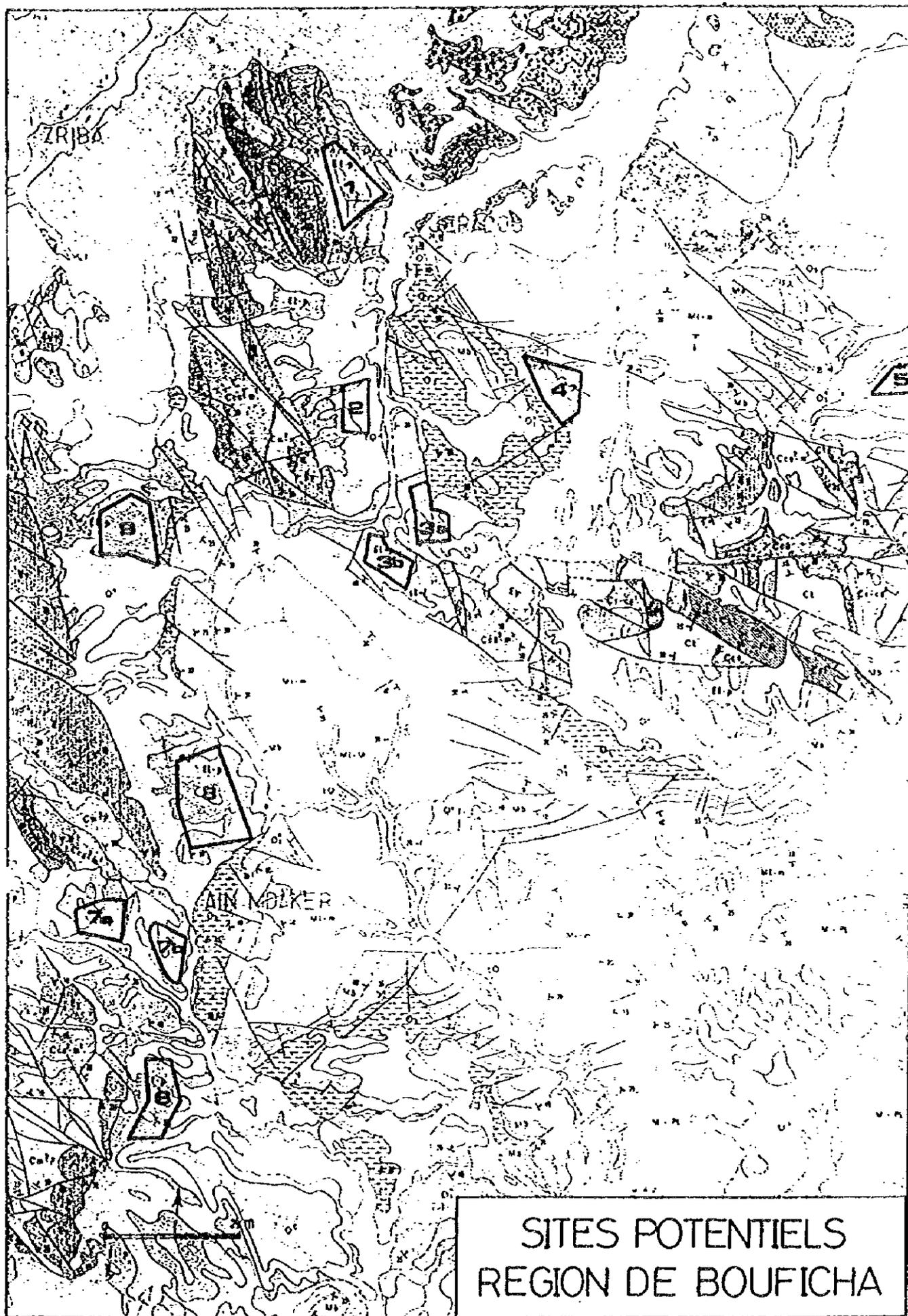
Des recherches plus fines (géologiques, hydrologiques, visites sur place, repérage des sites archéologiques, villages, puits,...) ont permis d'identifier 9 localisations possibles, situées de part et d'autre de la route allant de Zaghouan à Enfidaville. Ces sites figurent sur la carte de la page suivante.

En première approche, la plate-forme pilote serait conçue pour recevoir la quantité suivante de déchets :

- |                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| 1. déchets toxiques (classe 2C) : | 4 500 T/an  |
| 2. déchets spéciaux (classe 2B) : | 50 000 T/an |
| 3. traitement physico-chimique :  | 10 000 T/an |
| 4. stabilisation/solidification : | 10 000 T/an |

En escomptant une exploitation pendant 10 ans, la capacité de la plate-forme (décharge) devrait être de 500 000 à 600 000 tonnes, soit environ un cubage équivalent en m<sup>3</sup>, et donc une superficie utile de l'ordre de 20 hectares.

Des neuf sites recensés et comparés, les site n° 6 et 9 présentent, du point de vue de l'impact et des facilités d'installation et d'exploitation, les meilleures caractéristiques.



SITES POTENTIELS  
REGION DE BOUFICHA

## LA PLATE-FORME PILOTE

La plate-forme pilote à installer sur un des sites identifiés et proposés comprendra :

- un centre de réception des camions avec bascule ;
- une station de déchargement ;
- des systèmes de stockage des déchets liquides et boueux ;
- un stockage de barils ;
- une station de traitement physico-chimique avec :
  - une ligne distincte pour l'oxydation des cyanures ;
  - une ligne distincte de traitement des chromates et phénols ;
- une station de stabilisation/solidification ;
- les décharges pour déchets solides, réparties en deux sections principales :
  - déchets spéciaux (classes- 2B) ;
  - déchets dangereux (classe 2C) ;
- un bassin de lagunage ;
- les services auxiliaires ;
- le laboratoire de chimie ;
- une station de contrôle de la nappe phréatique et de la climatologie ;

l'ensemble étant entièrement clos et protégé.

Cette installation n'est pas exclusive d'autres services installés à proximité des producteurs de déchets pour identifier la nature des déchets, autoriser et organiser les transports à risque, fournir des moyens de conditionnement adaptés (par exemple, barils étanches agréés),...

