

Sources de pollution marine côtière en Tunisie: facteurs influençant sa distribution et ses effets

par

L.E. ANDREN * et M. HADJ ALI SALEM **

RESUME

Dans ce travail ont été rassemblées les données de base concernant les sources de pollution marine côtière en Tunisie, pollution d'origines urbaine et industrielle, ainsi que les informations de base relatives, d'une part, à l'océanographie, la topographie et l'hydrologie et, d'autre part, aux activités humaines en relation avec la pollution du milieu marin.

Ce travail constitue un inventaire a priori des sources de pollution et servira de base à des mesures précises des degrés de pollution et de surveillance de la pollution marine côtière en Tunisie.

ABSTRACT

This work has collected basic data concerning the sources of coastal marine pollution of both urban and industrial origin in Tunisia, as well as basic information regarding the relation firstly, of oceanography, topography and hydrology and, secondly, of human activity to marine pollution.

This study comprises an inventory of sources of pollution and will serve as a basis for precise measurements of degrees of pollution and for monitoring of the coastal marine pollution in Tunisia.

INTRODUCTION

La plus grande partie des activités économiques et sociales de la Tunisie étant situées dans la zone côtière, des conflits d'intérêts concernant l'utilisation de l'eau, ont lieu fréquemment. Il s'agit de concilier les différents usages de l'eau tout en conservant sa qualité grâce à une politique de gestion rationnelle. Cette action doit être fondée sur une information suffisante et adéquate relative aux différents usagers et aux critères de qualité qu'ils requièrent. Cette information doit également toucher les sources de pollution et leurs caractéristiques en vue d'établir une action de contrôle et de surveillance visant à prévenir et à limiter la pollution.

De nombreuses activités exercées par l'homme dans les zones côtières engendrent des contraintes sur l'environnement qui peuvent être parfois subtiles mais qui causent néanmoins et souvent la dégradation du milieu marin et modifient ses écosystèmes. Ces effets ne sont souvent pas notifiés avant de s'apercevoir d'une mortalité soudaine des organismes aquatiques qui les rend impropres à la consommation humaine.

* Fishery Officer - Marine Pollution, Department of Fisheries, FAO.

** Maître de conférences, Institut national scientifique et technique d'océanographie et de Pêche, Salammbô, Tunisie

Il est par conséquent important de procéder à l'étude du mouvement de la pollution dans les eaux côtières et à l'établissement de programmes de recherches concernant son impact sur l'environnement et l'accumulation des polluants dans les organismes marins, particulièrement ceux d'importance commerciale.

1. INFORMATIONS DE BASE

1.1. Topographie

D'une superficie d'environ 164 000 km², la Tunisie possède des côtes d'environ 1 200 km de long. Profonde de 200 m, la zone marine qui l'entoure, s'étend sur une aire de 77300 km².

Au nord les côtes rocheuses sont entrecoupées de plaines étroites ou de bandes de plages sableuses et cela au cap Blanc et dans la péninsule du cap Bon.

Il existe à plusieurs endroits de la côte Est des lacs, des lagunes et des sebkhs (lacs salés fermés). De Hammamet en allant vers le sud et jusqu'à la frontière libyenne, les plages sableuses sont occasionnellement entrecoupées de rochers (à Sousse, Monastir et Mahdia par exemple). Sur cette partie de la côte les eaux sont très peu profondes. Les plages sont souvent exposées à l'action du vent et des vagues et les déchets rejetés en mer sont rapidement répandus et parfois transportés le long de la côte.

Par ailleurs, les lagunes côtières très peu profondes ont des échanges en eau très réduits ; ces échanges et le drainage vers la mer sont inexistants dans le cas des sebkhs. Certaines eaux confinées sont particulièrement vulnérables à la pollution dont les effets sont démontrés d'une manière spectaculaire dans le cas du lac de Tunis.

1.2. Météorologie

1.2.1. Température

Près des côtes, la mer a une influence sensible sur les températures ambiantes ; elle en modifie la distribution et en réduit les amplitudes diurnes. Elle en influence également le cycle annuel et fait apparaître les maxima et minima avec certains délais. Sur la figure 1 sont représentés les isothermes annuels moyens.

1.2.2. Précipitations

A l'exception d'une partie limitée dans le nord-ouest qui reçoit de grandes quantités de pluie, les précipitations sont plutôt rares et irrégulières. Ce phénomène est plus marqué en se dirigeant vers le sud du pays. Les quantités de pluie varient d'une année à l'autre et d'un mois à l'autre, la moyenne se situant dans certaines parties du nord, entre 300 et 500 mm ; les côtes nord du cap Bon reçoivent jusqu'à 600 mm par an. Ces pluies diminuent en allant vers le sud, et Sfax n'en reçoit que 200 mm environ par an.

Cette pluviométrie irrégulière rend les prévisions concernant la qualité des eaux des lacs et des rivières très difficiles à réaliser et les données scientifiques sur de courtes périodes peu représentatives. Sur la figure 2 sont représentées les moyennes annuelles des pluies entre 1901 et 1962.

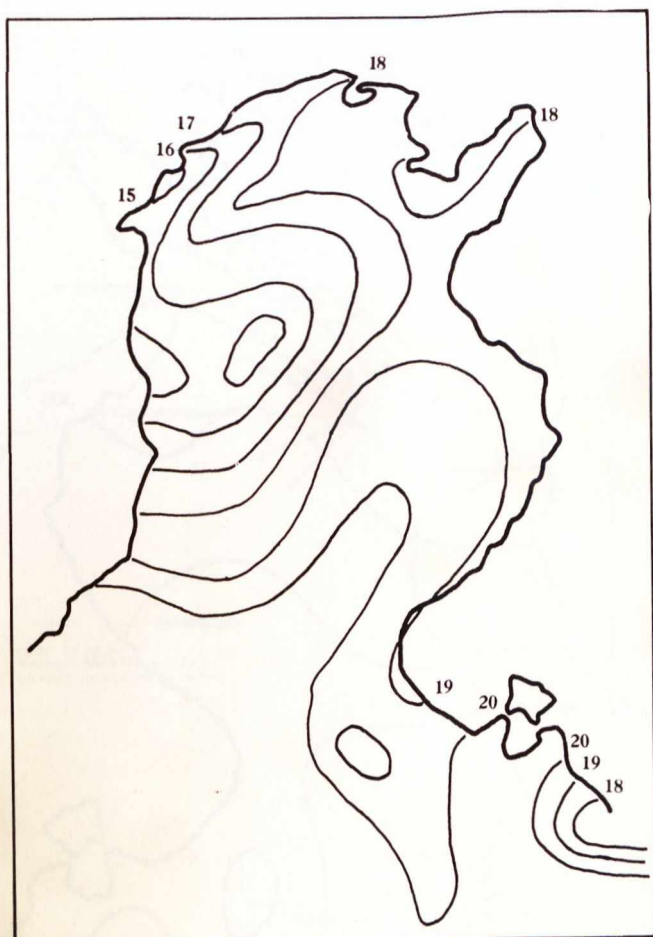


Fig. 1 : Moyenne annuelle des températures (1901-1960)

1.2.3. Vents

Sur la figure 3 nous avons représenté les vitesses et la prédominance relatives des vents sur quelques points de la côte, à Bizerte, Tunis, Sfax et Gabès (BCEOM, 1973).

Le pays étant situé entre une vaste masse de désert et la mer Méditerranée, la température horizontale et les gradients de pression de l'air sont en faveur des vents pratiquement tout le long de l'année.

La direction et la vitesse des vents sont moins astreintes aux systèmes cycloniques dans le nord de la Méditerranée, phénomène qui devient encore plus net en allant vers le sud du pays.

Les vents du nord-ouest sont importants dans le nord de la Tunisie. Les différences de température entre la terre et l'eau au sud du cap Bon engendrent un schéma éolien du type mousson.

Durant l'été les brises marines sont de règle et peuvent devenir très fortes particulièrement durant l'après-midi.

Les fréquences importantes des vents indiquées sur la figure 3 sont dues à la brise marine.

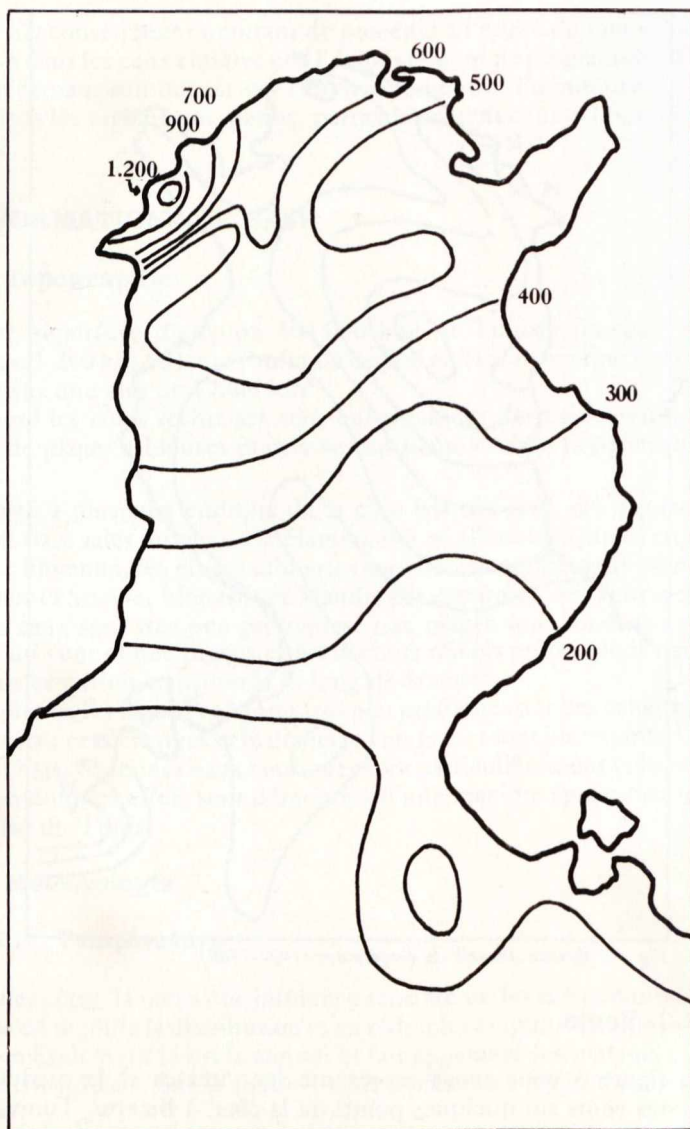


Fig 2 : Moyenne annuelle des précipitations (1901-1960)

Les fréquences de temps calme sont de une fois sur cinq à Tunis, mais deviennent plus importantes à Sfax.

Du point de vue de la pollution, ce facteur est important, puisque la dilution et la dispersion des polluants sont accrues par la turbulence des vagues qui permet, à son tour, l'oxygénation des eaux des lacs et des baies.

La brise marine et les vents en direction de la terre sont également importants pour ce qui est du transport des polluants, de la flottation des matières solides et de la dérive des nappes de pétrole en direction des plages.

L'action du vent et des vagues augmente également les quantités d'organismes littoraux qui deviennent de ce fait exposés et seraient éventuellement endommagés par le pétrole et les hydrocarbures du pétrole.

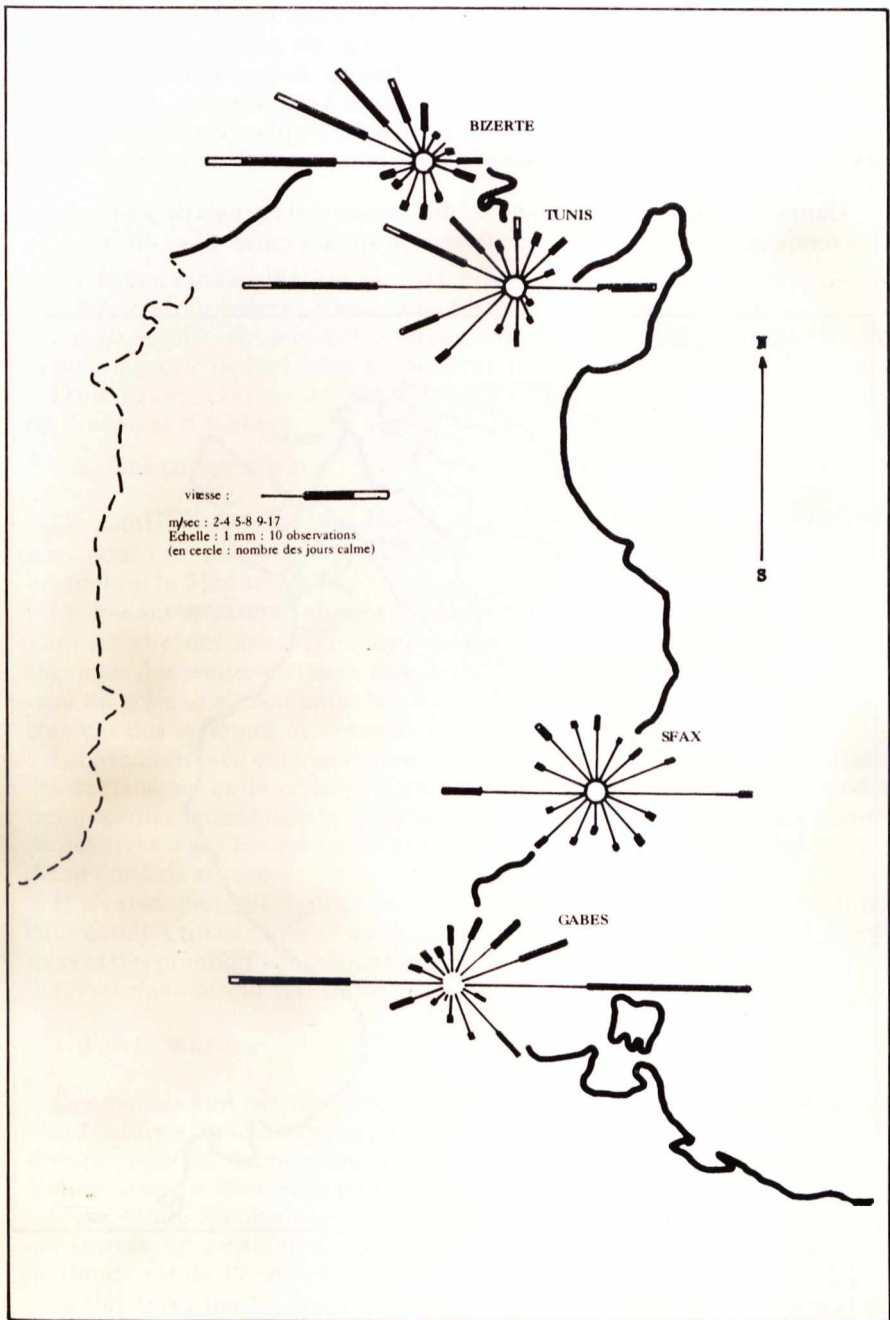


Fig 3 : Vitesse, fréquence et direction du vent à Bizerte, Tunis, Sfax, et Gabès.

1.3. Hydrologie

Les rivières permanentes n'existent que dans le nord. Exceptée la saison de pluie (octobre - avril), la plupart des oueds sont à sec et n'atteignent pas la mer. Sur la figure 4, ont été mentionnés les cours d'eau les plus importants.

A cause de l'importance de la saison chaude de grandes quantités d'eau s'évaporent. Par ailleurs de vastes zones telles que le Bassin central (10 000 m de surface) sont drainées jusqu'à la mer. Citons à ce propos le cas de l'année 1969 qui a vu tomber des quantités considérables de pluie causant des inondations catastrophiques et des transports très importants d'eau et de sédiments jusqu'à la mer.

Dans le sud, la saison d'été s'étend du mois de mai au mois de septembre et les températures atteignent des maxima se situant entre 40 et 45° C.



Fig. 4
Cours d'eau les plus importants.
(traits épais : Rivières permanentes)
(trait fin : Oued) (Min. econ. nat., 1973)

LA MEDJERDA

De 460 km de long, la Medjerda reçoit ses eaux d'environ douze affluents (oueds) venant des montagnes du nord-ouest et dont le plus important est l'oued Mellègue ; son bassin s'étend sur une superficie de 23 000 km² dont 8 000 km² en Algérie ; son débit moyen est d'environ 30 m³/seconde au minimum et 1 500 m³/sec. au maximum) et atteint 2 500 m³/sec. en 1969.

Plusieurs barrages sont construits sur la Medjerda. Avec celui de Sidi Salem 80 % de ses eaux seront maîtrisés (Ministère Economie nationale, 1973).

L'OUED MELIANE

Son bassin est de 2 000 km². Il se jette dans le golfe de Tunis ; son débit est variable, mais le volume d'eau utilisable est de 6 millions de m³/an.

Il existe également plus de douze oueds importants qui se jettent sur la côte et dont la partie de leur cours est souvent astreinte à des rejets de déchets.

Dans le nord, trois oueds se jettent à la mer, et plusieurs autres dans les lacs de Bizerte et d'Ichkeul.

1.4. Océanographie

Du point de vue océanographique, les eaux marines tunisiennes appartiennent pour une partie au bassin occidental et pour l'autre partie au bassin oriental de la Méditerranée.

Le courant atlantique entrant par le détroit de Gibraltar est important du point de vue des échanges d'eau sur les côtes du nord de la Tunisie. Il engendre des contre-courants dans le sens direct (géométriquement) au niveau du golfe se situant entre la Libye et la Tunisie ; ce qui entraîne probablement des systèmes de courants côtiers de faible amplitude.

En Méditerranée comme partout ailleurs, il existe des mécanismes efficaces de transport et de mélange ; mais la capacité de cette mer à s'accomoder des quantités croissantes de polluants qui y sont immergés ou rejetés à partir de ses rives a ses limites qui sont fixées par les caractéristiques des masses d'eau côtières affectées.

Il n'existe pratiquement pas de données hydrographiques concernant les eaux côtières tunisiennes et notre connaissances des processus hydrodynamiques et des propriétés chimiques sont de ce fait très limitées. Cependant nous donnons dans ce qui suit un bref résumé de la situation.

1.4.1. Marées

Les marées sont très modérées sur les côtes nord. Les variations du niveau d'eau induites par les changements de pression de l'air et du vent sont souvent dominées par les fluctuations des marées. Celles-ci sont normalement semi-diurnes avec un maximum plus important que l'autre.

L'amplitude maximale de marée se situe entre 60 cm au nord et 200 cm au sud (marée de printemps). Dans les golfes de Tunis et de Gabès cette amplitude est de l'ordre de 20 à 30 cm.

Sur les côtes Est les amplitudes augmentent en allant du nord au sud et l'amplitude de la marée de printemps atteint 178 cm à Gabès.

Les variations du niveau de l'eau induites par les changements de pression d'air sont également importantes dans l'embaïement côtier.

En haute mer, une variation de la pression de l'air de plus ou moins un millibar se répercute respectivement par une diminution ou une augmentation de 1 cm sur le niveau de la mer. Ce phénomène peut être également observé sur la côte, mais avec une relation quantitative différente. Ce mécanisme viendra quelquefois s'ajouter à ou se retrancher des variations induites par d'autres facteurs.

1.4.2. Courants

Le courant permanent de la côte nord de la Tunisie se dirige normalement vers l'Est avec une vitesse de 0,2 à 0,5 m/s (Lacombe et Tchernia, 1974 a) et est dynamiquement relié à une circulation cyclonique directe (sens géométrique) dans les bassins du nord de la Tunisie.

Cependant une circulation d'air cyclonique, typique durant l'hiver, tend à accroître la vitesse du courant. Un anti-cyclone dans cette zone provoque un effet opposé.

Etant donné le petit nombre d'estuaires, les courants permanents de ce type sont de moindre importance et ont un effet limité sur le renouvellement des eaux.

Comme cela a été déjà mentionné, les courants de marée sont les courants périodiques les plus significatifs. Etant donné que les effets des marées sur l'environnement sont en Tunisie d'importance moyenne, la contribution des courants de marée dans le nettoyage des côtes et particulièrement le « flesingue » des ports et des canaux ne devrait pas être sous-estimée.

Bien que rien n'apparaisse sur les oscillations des grandes vagues causées par la résonance de la pression du vent ou de l'air, ces phénomènes existent probablement et seraient responsables des grands mouvements de l'eau particulièrement dans le cas où celle-ci est stratifiée.

Les courants apériodiques sont principalement dûs aux vents et à d'autres effets de la pression de l'air. La contrainte exercée par le vent sur la surface de l'eau crée des courants dont la vitesse équivaut à 1/75 jusqu'à 1/125 de celle du vent (les films superficiels se meuvent plus rapidement).

Les courants engendrés par les vents donnent souvent naissance à des fluctuations du niveau de la mer dues à une accumulation de l'eau dans la direction du vent. Ces changements sont d'autant plus importants que l'eau est profonde et conduisent à des courants de compensation dans les eaux profondes.

Lorsque le vent possède une composante « off-shore » des phénomènes d'upwelling ont lieu, affectant rapidement la qualité des eaux côtières polluées.

Dans le cas où la côte est courbe ou compliquée par des îles par exemple, il se développe des systèmes de courant moins complexes avec des tourbillons, des divergences, des embranchements, etc. dont la prévision ne peut être établie que d'une manière empirique et cela à cause de l'importance des phénomènes et de leur interaction.

Sur le tableau 1 sont résumés les résultats de diverses études faites sur les courants dans les zones côtières.

1.4.3. Vagues

Sur le littoral, les vagues constituent un facteur écologique important. Les turbulences qu'elles induisent sont effectives jusqu'à une profondeur de 20 m

Tableau 1

Exemples de courants côtiers observés (BCEOM, 1973)

<i>Région</i>	<i>Direction à la marée montante</i>	<i>Direction à la marée descendante</i>	<i>Vitesse (cm/sec.)</i>
En dehors de Tunis Nord	N.-O.	E.-S.-E.	15 - 20
Baie de la Marsa La Goulette	N.-O. S	S.-E. N	8 - 10 —
Hammam-Lif	Parallèle à la côte	Parallèle à la côte	20 - 40
Monastir-Sousse	Dépend uniquement de la direction du vent	Dépend uniquement de la direction du vent	25
Sousse - (600-700 m de la côte)	N.-O.	S.-E.	10 - 25
Sfax (1 à 1,5 km de la côte)	Parallèle à la côte	Parallèle à la côte	30 - 50
En dehors de l'oued Agareb (1 à 2 km de la côte)	—	—	20
Gabès	N.-O.	N.-N.-E.	9
Jerba	O	E	15 - 20
Zarzis	Direction du vent	Direction du vent	7

et cela pour le mélange et la dispersion des substances polluantes ; elles affectent également l'oxygénation, la dégradation, la rupture de stratification, la sédimentation et l'illumination.

Du point de vue du transport des masses d'eau côtière dû au mouvement des vagues, il se forme des courants et des flux d'eau sur la côte (rip-currents). Les courants côtiers sont importants pour le transport littoral des polluants ; ils sont souvent constitués par des courants plus profonds et des courants engendrés par la marée ou le vent.

A Gabès de tels courants se dirigent vers le nord lorsque le vent souffle du secteur est et vers le sud lorsque celui-ci vient du nord. Les vitesses respectives du vent et du courant sont les suivantes :

vent (m/sec)	5	6-7	10
courant (cm/sec)	5-10	20-30	65

Des vitesses plus importantes peuvent être observées. Il faut noter cependant que le mode de transport à l'extérieur de la zone de houle est déterminé beaucoup plus par les courants dûs au vent ou à la marée que par les « rip-currents » causés par les vagues.

L'action des vagues en cas de mer forte n'est pas moins importante. La houle peut donner naissance à des turbulences considérables et cela même en période de temps calme, ce phénomène étant variable selon les zones côtières et dépendant de la distance et du spectre produit par les vagues.

1.4.4. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer

Les caractéristiques des eaux de la mer Méditerranée sont bien connues. Elles sont généralement pauvres en substances nutritives et de salinités

élevées. Les salinités des eaux superficielles du golfe de Tunis dépassent généralement 36 ‰. Durant la saison d'été les salinités se situent aux environs de 37,5 ‰.

Dans le golfe de Gabès où l'évaporation est intense durant l'été, la salinité superficielle atteint 39 ‰ et en est légèrement inférieure à une certaine profondeur.

Les concentrations en éléments nutritifs sont dans la Méditerranée occidentale de l'ordre du tiers de leur valeur dans l'Atlantique Est (McGill 1970). Les concentrations en P/phosphates, N/nitrates et Si/silicates dans les eaux superficielles sont inférieures à 2‰.

Alors que les eaux atlantiques ont une contribution positive dans l'enrichissement des eaux méditerranéennes, celle des rivières est en revanche limitée.

Les températures élevées observées particulièrement entre les mois de mai et octobre affectent de plusieurs manières les caractéristiques physico-chimiques des lacs côtiers et tendent à accroître la contrainte de l'environnement sur les organismes aquatiques. De plus, la diminution des vents donc des mélanges durant cette période rendent le biotope aquatique très vulnérable aux effets de la pollution. Une légère augmentation due, par exemple, à un rejet d'eau chaude, peut causer la mortalité de plusieurs espèces habituées à vivre dans certains lacs ainsi que dans certaines zones côtières à leur température léthale durant certains mois de l'année.

Alors que certains poissons peuvent, lorsque l'occasion leur est offerte, fuir une telle situation, les espèces stationnaires d'invertébrés et les jeunes poissons et coquillages subissent en revanche des dommages et la reproduction peut à la limite s'arrêter complètement.

Dans les eaux côtières ouvertes, la température accuse de légères variations aussi bien horizontalement que verticalement. La température des eaux de surface du golfe de Tunis est, durant l'hiver, d'environ 14° C, et peut atteindre 25° C entre les mois d'août et de septembre.

1.5. Agriculture, ressources en eau et sol

Du point de vue de la contribution de l'agriculture à la pollution, les aspects les plus importants sont généralement le drainage agricole chargé de sels nutritifs ou de matières organiques, les déchets organiques provenant des excréments animaux et des industries alimentaires et les résidus de pesticides. Ces problèmes sont, en Tunisie, quelque peu différents de ceux qui se posent dans les pays européens. La fertilisation des sols peut dans une certaine mesure poser des problèmes débordant le cadre local. Le drainage et la charge d'éléments nutritifs qui lui est associée pourraient poser de tels problèmes dans le nord du pays si l'utilisation des engrais venait à être considérablement accrue.

Les produits chimiques utilisés en agriculture nécessitent une certaine vigilance, particulièrement les pesticides qui peuvent atteindre les eaux côtières par voie de drainage et par pulvérisation aérienne.

Bien que les informations à ce sujet ne soient pas actuellement disponibles, ce problème sera néanmoins traité.

Les pratiques agricoles ayant causé l'érosion des sols dans certaines régions, notre propos n'est nullement de comparer le rôle des activités humaines à celui des forces de la nature. On pourrait cependant signaler qu'il est théoriquement possible de contrecarrer quelques effets invisibles en disposant, sur le sol de certaines régions, des déchets organiques provenant de certaines

industries, tout en contrôlant bien sûr leur contenu en microorganismes pathogènes ou en substances toxiques persistantes.

Du point de vue de la situation des ressources en eau, le gouvernement encourage la réutilisation de l'eau, après l'avoir traitée d'une manière appropriée, dans l'industrie et plus particulièrement pour l'irrigation.

Les besoins en eau de l'agriculture sont couverts actuellement par les eaux de surface à 60 % dans le nord et à 10-15 % dans le centre. L'eau souterraine étant de qualité inférieure ou même mauvaise le problème de l'irrigation se pose avec acuité.

D'après les prévisions, l'agriculture aura besoin en 1985 de 40 % de plus d'eau et les zones urbaines verront leurs besoins en eau tripler par rapport à 1970.

Actuellement 80 % de la surface cultivée dans la basse vallée de la Medjerda (20.000 ha) sont déjà irrigués grâce aux eaux de surface.

D'une façon générale on peut considérer que les deux tiers de la superficie totale de la Tunisie peuvent être utilisés, dont les trois quarts comme zones agricoles. Cependant moins du quart des terres utilisables seulement sont cultivables dont 38 % pour la céréaliculture.

Les régions les plus intensivement cultivées sont constituées par la plaine de Mateur, la basse Medjerda, la plaine du Meliane, la région de Tunis, la plus grande partie de la péninsule du Cap Bon et la bande côtière qui va d'Enfida à Maharrès.

Dans les régions côtières du nord (entre Tabarka et Nabeul) les cultures les plus importantes sont les cultures maraîchères, la vigne et les céréales.

Au cap Bon et au Sahel (jusqu'à Gabès), ce sont l'olivier et les arbres qui prédominent.

Au sud et au sud-ouest c'est le palmier dattier qui est le plus répandu.

Parmi les autres arbres fruitiers, on peut citer l'oranger, l'abricotier et le pistachier.

Ce bref aperçu sur les principales cultures doit être exploité particulièrement sous l'angle de la pollution par les pesticides et autres produits de traitement chimiques utilisés (Annexe 1).

1.6. Tourisme et développement urbain

L'exode rural étant une tendance générale en Tunisie ce sont particulièrement les villes de Tunis et de Sfax qui reçoivent le plus de population rurale. L'infrastructure urbaine et l'installation de réseaux d'égouts fait défaut dans plusieurs villes et on constate par ailleurs une demande croissante en eau potable.

L'importance relative de la population des agglomérations est indiquée dans la figure 5.

A Tunis, la consommation en eau potable est passée de 21 milliards de m³ à 32 milliards de m³ entre 1962 et 1972 (environ 6 % d'augmentation en moyenne par an). Cette augmentation se situe entre 7 et 8 % pour le reste du pays et on évalue à 36 m³ par an (96 litres/jour) la consommation par habitant à Tunis.

Le développement urbain et industriel se répercute évidemment par un accroissement de la demande en eau ; ce qui nécessite l'augmentation de cette ressource mais aussi rapide est le développement économique aussi grand est le risque de pollution à cause de l'interférence des différents usages de l'eau.

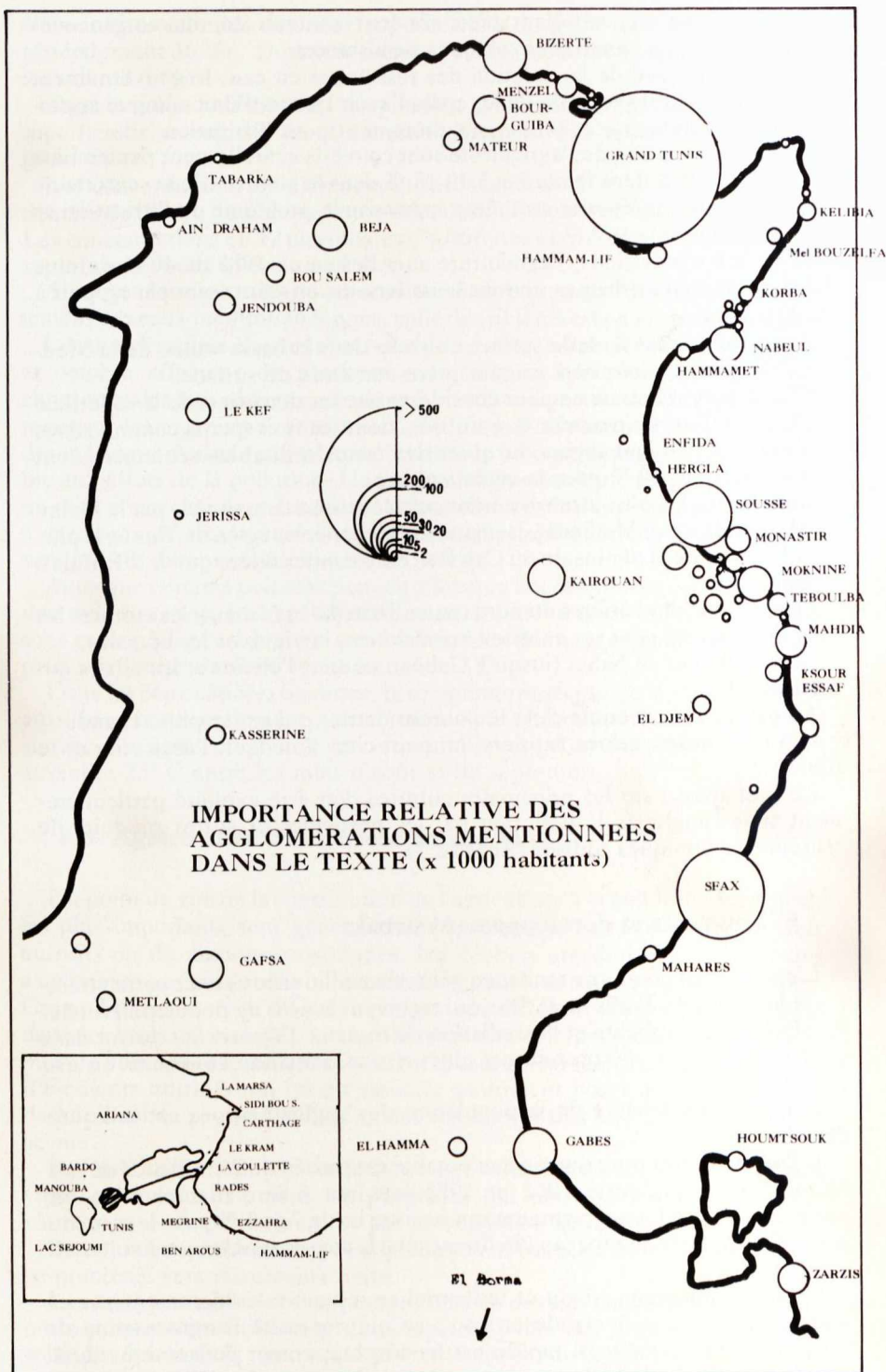


Fig 5 : Importance relative des agglomérations (x 1000 habitants)

L'eau pure n'est pas contrôlée en ce qui concerne sa concentration en métaux ni sa concentration en pesticides. Une surveillance régulière de ces agents toxiques à certains endroits critiques permettrait en même temps la protection de la santé humaine et celle du biotope aquatique.

L'industrie touristique s'est développée rapidement durant la dernière décennie (plus de 700 mille touristes par an représentant 6 millions de nuitées et correspondant à 50 000 lits disponibles dans 254 hôtels). On prévoit une multiplication par trois du nombre de lits en 1980 et la croissance annuelle de la capacité avoisinait récemment 26 %. Cette croissance et ce développement sont principalement localisés dans les zones côtières.

Sur la figure 6 est représentée l'importance relative du tourisme dans différentes villes côtières ; ce qui donne par conséquent une image de la charge d'eaux usées rejetées pendant la saison touristique.

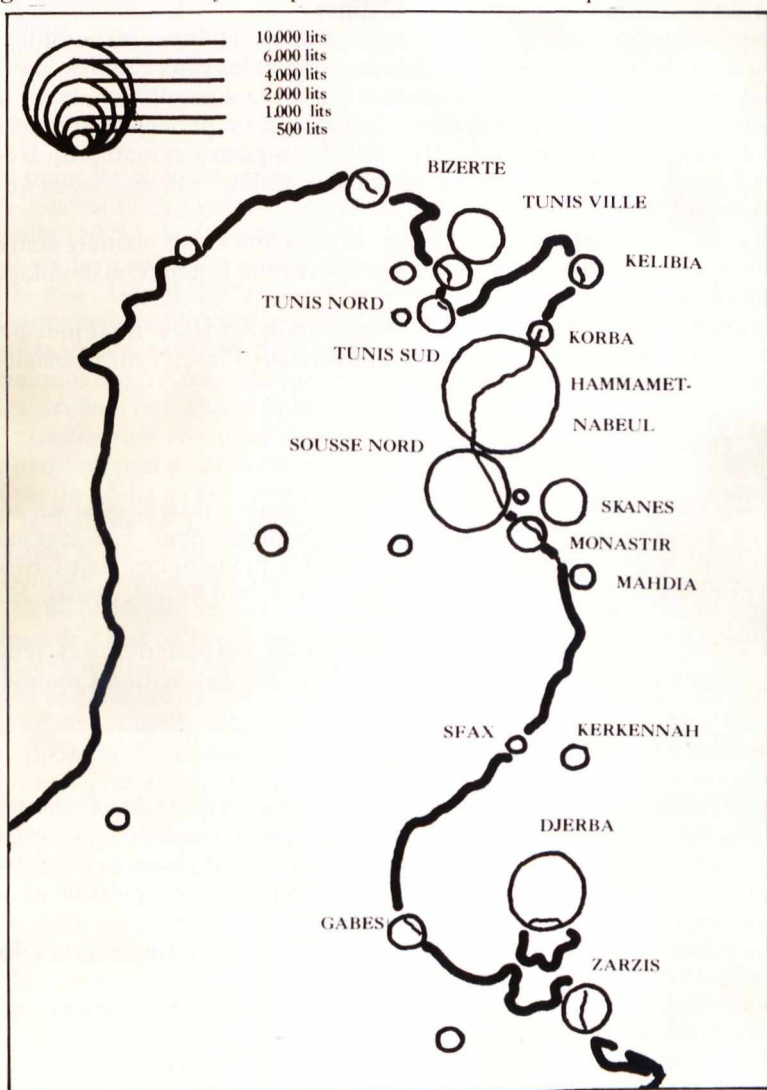


Fig. 6 Importance relative du tourisme (1972) (Min. Eco. Nat., 1973).

Un projet d'infrastructure touristique tenant compte des eaux usées, est en voie d'exécution ; il est basé sur une étude de faisabilité, préparée par la Direction de l'hydraulique et des aménagements ruraux, et concerne dans sa première phase les six régions suivantes : Zarzis, Jerba, Sousse, Hammamet, Nabeul et la Banlieue de Tunis.

Ce projet est géré par l'Office national du tourisme et du thermalisme (ONTT) et exécuté en collaboration avec la Direction d'études et grands travaux hydrauliques (EGTH) et la Société nationale de distribution des eaux (SONEDE). Les six régions en question ont des plages d'une longueur totale respective de 25 km. Elles recevront dans les deux années à venir 80 % de l'effort de développement touristique. Les autres régions correspondent à des activités touristiques secondaires (Tabarka, Bizerte, Mahdia et Kélibia) et les localités telles que Haouaria, Cap Negro, Raf-Raf et Salakta possèdent un potentiel touristique qui reste à développer.

Respectant la devise « il vaut mieux prévenir que guérir », les autorités sont conscientes de la nécessité de protéger les côtes et les eaux côtières contre les risques de la pollution. Les problèmes posés ou susceptibles de se poser concernent les autorités locales et municipales, les propriétaires d'hôtels, les chefs d'entreprises industrielles et les offices et organismes étatiques. Il est en général admis que les eaux usées ne doivent pas être rejetées telles quelles dans la mer.

A Sousse un comité régional a décidé de surveiller d'une manière active les zones rurales et urbaines de la région afin de prévenir la pollution des plages et de réduire les risques d'épidémie.

Bien que le but principal soit de promouvoir le tourisme, il est indispensable de sauvegarder l'environnement et cela dans l'intérêt du tourisme lui-même.

1.7. Développement industriel

Le développement industriel constitue un souci constant pour les autorités ; ce qu'on constate dans les plans de développement. Les régions qui connaissent la plus grande partie des activités industrielles sont : Bizerte, Menzel-Bourguiba, Tunis (Bir-Kassaa, Cherguia, Ben Arous), Sousse, Sfax et Gabès.

La tendance est et sera à la stimulation de l'exportation des produits manufacturés ou semi-fabriqués et non plus à celle des matières premières.

1.8. Ressources halieutiques

Ayant bénéficié d'efforts de développement durant les 15 dernières années, la pêche est d'une importance considérable dans plusieurs régions côtières. En plus de son rôle dans l'économie du pays, elle ne cesse de contribuer à l'alimentation et à l'apport de protéine ; la demande en poisson ne cesse d'augmenter et doublerait durant la prochaine décennie.

La pêche côtière utilise actuellement 4 000 petites barques côtières dont le plus grand nombre se trouve au sud de la Tunisie.

La pêche dans les lacs et lagunes côtières est importante et l'aquaculture est appelée à connaître un grand essor.

Du point de vue de l'emploi, la pêche côtière et la pêche dans les eaux peu profondes sont les plus importantes et constituent plus que la moitié des quantités totales pêchées.

Le tableau 2 donne une idée de l'importance relative de la production dans certains lacs côtiers.

Tableau 2

Production des différents lacs (entre 1961 et 1974)

Production (en tonnes de poisson)

	1961	1971	1973	1974
Lac Tindja	19,3	92,1	128,7	152,9
Lac Ghar El Melh	57,7	16,0	299,1	
Lac de Tunis	496,6	546,7	293,2	510,4
Lac Khenis		7,0	15,9	5,7
Lac Biban	628,4	246,2	335,4	270,7
Total	1.202,0	908,0	1.072,3	839,7

Du point de vue des espèces, le mulot constitue l'espèce la plus pêchée (42 % des captures totales). Les autres espèces pêchées dans des lacs sont l'anguille (10 %), la daurade (10 %), le loup (7 %) et la sole (2 %).

Toutes les espèces commerciales pêchées dans des lacs, se reproduisent dans la mer. Une dégradation du milieu lagunaire ou des eaux côtières se répercute inéluctablement par des effets néfastes sur le recrutement des juvéniles et sur la qualité des poissons offerts à la consommation humaine.

Quelques uns des lacs tels que ceux de Tunis et de Bizerte sont déjà pollués par les déchets industriels et les déchets urbains.

L'infrastructure relative à la pêche est en plein développement. A Mahdia où le nouveau port de pêche a été inauguré en 1967, 40 lamparos exercent des activités de pêche au feu. Sousse reçoit actuellement autant de poissons que toute la Tunisie en 1956 (10 000 tonnes).

A l'aide d'une gestion efficace, la pêche dans les eaux peu profondes et l'aquaculture connaîtront une grande importance dans l'avenir. Le développement de ce secteur serait largement aidé par une surveillance et un contrôle continus de l'état de la pollution des eaux marines et lagunaires particulièrement dans les premiers stades de développement des espèces.

Dans le domaine de l'aquaculture, on pourrait tirer profit des eaux usées, puisqu'il est actuellement démontré, qu'elle peut être considérablement développée par l'utilisation contrôlée des polluants organiques en tant que fertilisants. Des expériences à grande échelle telles que celles qui ont été menées en Afrique de l'Est ont démontré que par introduction dans une première étape des eaux usées dans des bassins de stabilisation et dans des viviers, dans une deuxième étape, on arrive à produire 5 à 7 tonnes de Tilapia par ha.

Les eaux usées peuvent également être utilisées, après un traitement primaire pour la production d'algues qui serviront par la suite comme nourriture d'animaux domestiques ou dans des bassins d'élevage de poisson.

Enfin et pour ce qui est des niveaux de contamination des espèces pélagiques et démersales de poissons méditerranéens, il a été souvent constaté que ces niveaux sont relativement élevés particulièrement en ce qui concerne le mercure et les composés organochlorés. Voici à titre d'exemple quelques données à ce sujet fournies par Bernhard et Zattera (1975) (tableau 3).

Tableau 3

Concentrations en mercure et en pesticides
dans certains produits de la pêche
en Méditerranée

Espèce	DDT total $\mu\text{g/kg}$ de poids frais)	Dieldrine $\mu\text{g/kg}$ de poids frais)
Mytilus edulis provenant de :		
— Méditerranée	120 - 480	5
— Mer du Nord	20 - 70	1,6 - 17
— Baltique	8,4 - 23	2,1
Squalus acanthias provenant de :		
— Méditerranée	400 - 880	—
— Mer du Nord	190	14
— Baltique	140	22
Poissons méditerranéens	Mercure $\mu\text{g/kg}$ de poids frais)	
Gadus capellanus	840	
Merlangius merlangus	200	
Pagellus erythrinus	390	
Pleuronectes platessa	480	
Solea solea	420	
Thynnus thynnus	1.145	

A la lumière de ces résultats, la FAO et l'OMS (1967) décidèrent qu'« un niveau de non-contamination n'a pas été démontré pour ce qui est du mercure. Dans le cas où la concentration de 0,005 mg/kg en poids venait à être adoptée comme limite de non contamination, on devrait s'attendre à une contamination humaine de 0,05 $\mu\text{g/kg}$ ».

Ces résultats indiquent surtout qu'une surveillance régulière de ces polluants est nécessaire non seulement à proximité des rejets mais également dans les espèces de poisson pêchées loin de la côte.

2. DIFFERENTES SOURCES DE POLLUTION

Dans ce qui suit nous allons essayer de passer en revue les principales sources de pollution, tout en mentionnant les moyens aussi bien existants que prévus pour le traitement des rejets et des déchets. Dans le cas où les données existent, nous indiquerons les effets déjà observés.

Loin d'être exhaustive cette présentation permettra néanmoins d'indiquer à l'aide d'exemples les problèmes qui se posent.

2.1. Pollution d'origine urbaine

La bioproduction forcée et l'eutrophisation constatées dans le cas où des éléments nutritifs sont apportés en excès aux eaux fermées ou semi-fermées représentent un problème bien connu. Abstraction faite de l'état de développement économique des pays, ce phénomène représente une source de pollution et c'est pour cela qu'on tend actuellement à pousser le traitement

des déchets domestiques jusqu'à la réduction du taux d'éléments nutritifs à sa valeur minimale.

Après un traitement préliminaire suivi généralement d'un deuxième de nature biologique, et addition de floculants chimiques dans le 3^e et dernier stade du processus de traitement on peut arriver à réduire le taux de phosphore de 90 % de sa valeur initiale.

Le traitement des eaux usées n'étant pas encore une pratique courante dans les pays méditerranéens, celles-ci sont dans la plupart des cas acheminées jusqu'à la mer à l'aide de systèmes d'égouts combinés et quelquefois rejetées loin de la côte grâce à des émissaires côtiers.

Bien que l'on ne puisse dans de nombreux pays, se permettre de gaspiller l'eau, il n'existe néanmoins que dans certains d'entr'eux des moyens modernes permettant la récupération et la réutilisation des eaux usées et cela principalement pour l'irrigation et l'industrie.

Parmi les caractéristiques biochimiques des eaux usées et les facteurs dont dépend leur charge de pollution, on peut citer le volume et la teneur de ces eaux en matières organiques et en substances nutritives.

La charge de pollution organique causée par les eaux usées est évaluée grossièrement en une unité conventionnelle appelée DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène) qui est représentée par la quantité d'oxygène dissous nécessaire à la dégradation par voie biologique des matières organiques présentes dans un litre d'eau à 20°C et pendant cinq jours) et par la teneur en phosphore.

D'après les études faites par un groupe de travail du Conseil international pour l'exploration de la mer sur la pollution de la mer du Nord et de la mer Baltique, la valeur de 25 kg / personne / an de DBO5 a été prise en considération. (Cole, 1967 ; Dyberön, 1970).

D'autres études réalisées en Europe considèrent le chiffre de 30 kg / personne / an.

Quant au cas de la Méditerranée, un groupe de consultants du CGPM a pris la valeur de 20 kg / personne. D'après cette étude, la valeur de 108 kg / personne a été trouvée dans le cas des hôtels de la ville de Sousse.

Pour ce qui est des eaux usées brutes et des déversements combinés, c'est la valeur de 25 à 32 g / personne / jour qui a été considérée pour les eaux usées mixtes ; ce qui correspond à 9,1 à 11,7 kg / personne / an. La contribution des hôtels pourrait être évaluée d'une manière similaire à environ 39,4 kg, mais elle est inégalement répartie le long de l'année, le maximum se situant pendant la haute saison touristique.

Travaillant sur un projet de traitement des déchets du grand Tunis, la firme hollandaise (ICN - CB, 1973), utilisa la valeur de 11 kg / personne / jour pour le calcul de la charge organique des eaux usées domestiques.

La base du calcul de la charge en phosphore utilisée par le groupe ICN - CB (1973) est 4 à 4,5 g / personne / an.

Pour d'autres pays, et d'autres villes les chiffres suivants ont été utilisés :

USA :	75 - 80 g / personne / jour
France :	28 g / personne / jour
Bombay :	45 g / personne / jour
Dakar :	32 g / personne / jour

Sur la figure 7 ont été représentées les charges organiques relatives aux principales villes côtières tunisiennes. D'une manière générale, les agglomérations se situent pour la plupart sur la côte et rejettent leurs eaux usées dans la mer, dans les rivières ou dans les oueds. Dans ce dernier cas, les nuisances

résultantes sont importantes, particulièrement durant la longue période de sécheresse.

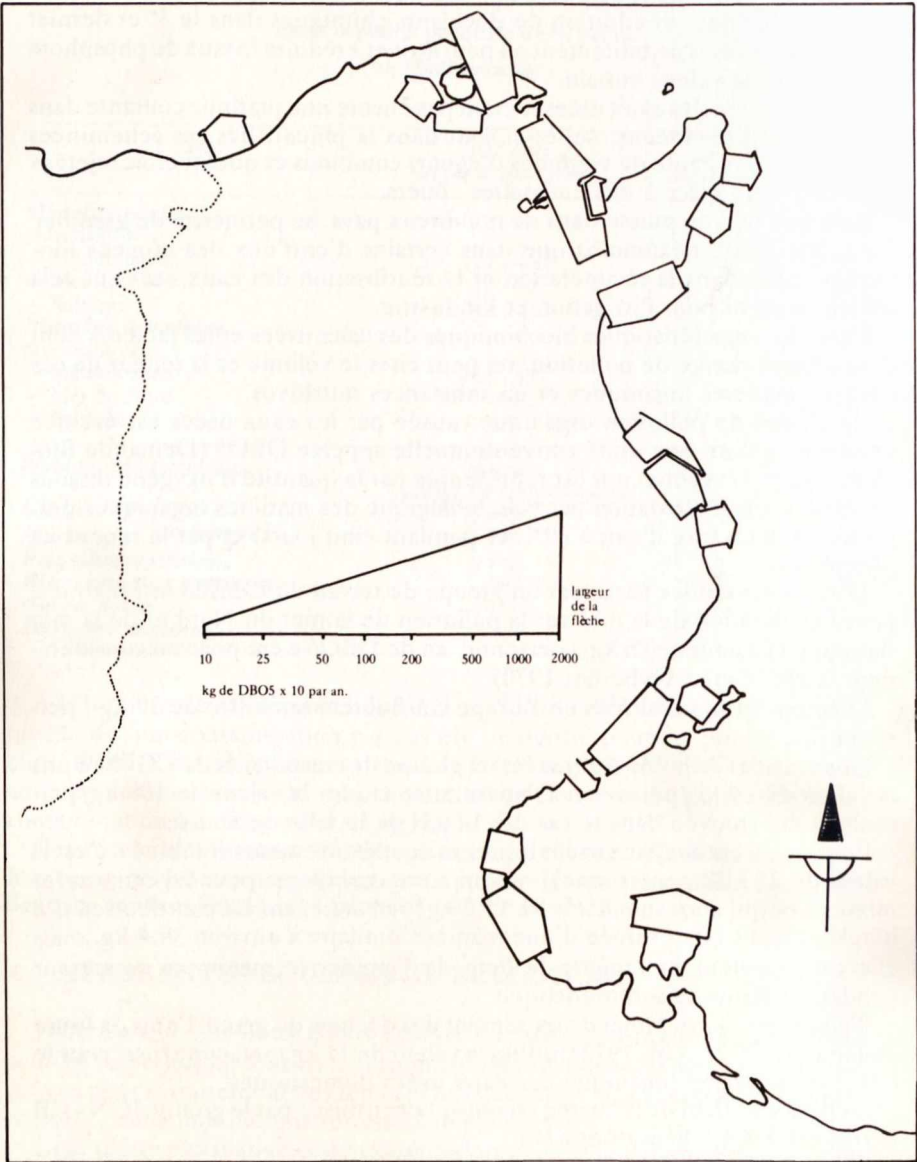


Fig 7 : Charge organique des déchets domestiques.

Parmi les facteurs dont dépend la charge de pollution engendrée par le tourisme, le taux d'occupation des hôtels est important ; celui-ci varie selon les zones et les saisons. Les chiffres mentionnés dans le tableau 4 en donnent une idée.

Dans ce qui suit nous présentons les principales villes côtières tout en mentionnant les données concernant la collecte, le traitement et le déversement des déchets domestiques.

Tableau 4

Taux d'occupation des hôtels

<i>Villes</i>	<i>Nombre de nuitées</i>	<i>Taux d'occupation des hôtels (en %)</i>
Nabeul-Hammamet	2.433	32 - 90
Sousse-Monastir	2.082	43 - 92
Jerba-Zarzis	1.174	25 - 78
Tunis-Banlieue	620	31 - 78

Notons à ce propos que la pollution est presque partout présente et qu'on peut espérer, dans la plupart des cas, en venir à bout en l'espace de quelques années.

TABARKA : 5 800 habitants. La ville possède un système d'égouts presque complet ; le déversement d'eaux usées se fait en deux endroits différents (au port et sur la plage). Des mesures de protection de la plage ont été déjà envisagées.

BIZERTE : environ 50 000 habitants. Bien qu'une petite partie de la zone côtière soit réservée au tourisme, celui-ci ne représente néanmoins qu'une importance mineure. Un système d'égouts, plutôt vétuste, permet l'acheminement des eaux usées dans des réservoirs qui sont vidés deux fois par mois. Après décantation, les eaux usées sont déversées directement dans un canal grâce à un système de douze déversoirs.

La construction d'une usine de traitement des eaux usées et leur réutilisation dans l'agriculture est prévue.

TUNIS : Le problème des déchets domestiques est étroitement lié à celui de la restauration du lac de Tunis.

BANLIEUE-NORD DE TUNIS : D'environ 80 000 habitants, la population y est semi-permanente et tend de plus en plus à se fixer.

Bien que le taux de croissance démographique prévu pour le grand Tunis est de 5 % par an, celui de la ville du Kram atteindra probablement 6 %.

Exceptées les villes de Carthage, Gammarth et une partie de la ville du Kram les agglomérations de la banlieue nord sont dotées de système d'égout. Les eaux usées de La Goulette et de la Marsa sont déversées dans la mer. Celles de Carthage ne sont pas rejetées à la mer ; la localité est en effet munie de fosses septiques individuelles. Le tourisme et les activités balnéaires sont appelés à connaître un développement rapide. Le long de la côte nord (Gammarth), on prévoit l'augmentation du nombre d'hôtels de haut standing et la priorité doit être accordée dans cette zone, à une collecte satisfaisante des eaux usées ; leur traitement est probablement lié à un bassin de stabilisation.

BANLIEUE-SUD DE TUNIS : 40 000 habitants ; la population y est permanente ; ce qui peut s'expliquer par l'existence de localités industrielles voisines. De grandes possibilités pour le développement du tourisme existent.

En 1971 on dénombrait sur une bande côtière de 6 km cinq hôtels d'une capacité totale de 1 400 lits. Pour 1976 on prévoyait le doublement de cette capacité. Seule la ville de Hammam-Lif est munie d'un système d'égouts. Il

serait possible soit de relier cette région à Tunis et de traiter ses déchets à la station d'épuration de Cherguia, soit d'acheminer les effluents à un bassin de stabilisation qui serait installé près de la Sebkhia.

REGION DE NABEUL-HAMMAMET : Actuellement de 50 000 habitants, la population de ces deux villes atteindrait probablement 70 000 en 1981. Cette augmentation dépendrait cependant de la réalisation des projets touristiques prévus dans cette région.

A Nabeul on prévoit l'extension de l'activité touristique et 20 000 lits à la fin de 1976. Les eaux usées de la ville sont déversées directement à la mer.

A Hammamet, les eaux usées sont également déversées à la mer, à trois endroits différents. Seuls l'abattoir et un hôtel sont reliés à un système d'évacuation qui débouche directement sur la plage. Actuellement de trois, le nombre des unités de traitement des eaux usées sera porté à 5.

SOUSSE : La population de Sousse et de Hammam-Sousse atteint 86 000 habitants. Il existe une chaîne d'hôtels au nord de la ville de Sousse d'une capacité de 5 500 lits (chiffre de 1971). On prévoit un développement très important de l'industrie touristique dans cette région. Au nord de la ville les eaux usées correspondant à une population de 6 500 habitations sont acheminées et rejetées à la mer près de la jetée (au nord du port) ; les parties sud et ouest de la ville sont desservies par trois déversoirs industriels. On prévoit l'abolition de ces déversoirs dès l'avènement de l'usine de traitement qui sera installée au sud de la ville.

MONASTIR : La population est d'environ 27 000 habitants.

La ville est pourvue d'un système d'égouts et d'une usine de traitement. L'eau traitée est réutilisée pour l'irrigation. Le seul déversement à la mer provient de l'abattoir et des eaux pluviales.

Le nombre de lits est d'environ de 3 870. Les hôtels de Skanès étant pourvus d'unités de traitement, on prévoit l'installation d'une nouvelle usine de traitement dans la région de Monastir.

SFAX : Le nombre d'habitants est d'environ 107 000. L'accroissement démographique est dû principalement à l'essor industriel et à l'exode rural. Le système d'égouts actuel est partiellement vétuste.

Les eaux usées sont actuellement acheminées vers un déversoir situé dans la zone industrielle près des salines (au sud de la ville). Elles sont par la suite déversées sur la côte grâce à une rigole à laquelle sont raccordés quelques effluents industriels.

Une usine de traitement a été prévue et les eaux traitées seront probablement réutilisées.

Les déchets organiques provenant des huileries posent de sérieux problèmes de pollution.

Bien que l'on n'envisage pas un développement spectaculaire du tourisme, celui-ci occupe néanmoins une place importante dans la région et une chaîne d'hôtels tend à s'installer le long de la plage.

JERBA : Le tourisme est la principale ressource de l'île. Le nombre de lits est d'environ 10 000 en 1976 ; la capacité de saturation étant estimé à 30 000 lits.

Les eaux usées sont acheminée de Houmt-Souk jusqu'à la mer (à l'ouest du port).

Les possibilités de traitement des eaux usées provenant des établissements hôteliers du nord de l'île étant très limitées, on prévoit la construction d'une usine de traitement d'une capacité équivalente à 5 000 personnes.

ZARZIS : Le tourisme est important puisque le nombre de lits atteint probablement 4 000. Les hôtels existants sont dépourvus de station d'épuration.

Les problèmes qui se posent ou qui sont susceptibles de se poser à cause de la pollution urbaine retiennent l'attention du gouvernement. C'est pour cela d'ailleurs que l'Office de l'assainissement a été créé en 1974 ; cet organisme veillera à l'application des lois relatives à l'aménagement des zones touristiques et industrielles et procèdera au traitement des eaux usées et à leur réutilisation.

Bien que les efforts se dirigent actuellement vers la restauration du lac de Tunis, des fonds ont été également réservés à la construction et à l'amélioration des systèmes d'égouts dans les principales villes telles que Gabès, Sfax, Ksar-Hellal, Nabeul et Kélibia.

Il est probable que des usines de traitements de déchets domestiques verront bientôt le jour à Gabès, Sousse, Nabeul et Bizerte.

2.2. Pollution d'origine industrielle

Bien que les effets de la pollution industrielle dépendent de nombreux facteurs, quelques uns des aspects de ce type de pollution relèvent néanmoins de considérations générales qui sont valables dans la plupart des cas et dont on peut citer les suivants :

- la Tunisie est entrée dans une phase active d'industrialisation ; la plupart des usines existantes furent construites au cours des dernières années et fonctionnent selon des procédés récents ;

- grâce à un développement industriel planifié et aux expériences d'autres pays dans le domaine du traitement des déchets et du recyclage et de la réutilisation des eaux usées, il est possible de réaliser un certain équilibre entre une industrie prospère et un environnement viable ;

- il est possible à l'heure actuelle de traiter et de purifier toutes sortes d'eaux usées ; il s'agit uniquement de savoir de quelle manière et à quel point on peut intégrer les procédés de purification dans la chaîne de production, sans oublier bien sûr les sources de financement de telles opérations ;

- une politique nationale ferme dans le domaine de la prévention et de la lutte contre la pollution sera, dans ce sens d'une grande aide.

- sur le plan international et aussi longtemps que des mesures ne seront pas prises, le problème de la concurrence restera le point sensible et l'entrave à toute action pour la lutte contre la pollution et cela particulièrement dans le cas des vieilles installations industrielles ;

- les déchets industriels, étant fréquemment rejetés à la mer, des accords régionaux pourraient règlementer de telles pratiques ; une législation internationale concernant les déchets industriels, rendra possible le traitement et le recyclage des eaux usées ; la pénurie mondiale en matière premières sera probablement un stimulant important dans ce domaine.

Le déversement des eaux usées et des déchets industriels dans les eaux côtières posent de nombreux problèmes dont les plus importants sont cités ci-après.

a) La désoxygénation de l'eau de mer

Ce problème se pose avec plus d'acuité dans les zones où la circulation et les échanges d'eau sont réduits.

b) L'accumulation des polluants par les organismes

Ce problème a provoqué en Europe des études de contrôle et de surveillance et l'établissement d'une législation préventive.

c) La toxicité aiguë des organismes marins

Grâce à l'effet tampon de l'eau de mer et à la dilution, ce problème se limite aux proximités des décharges des substances toxiques.

d) Les effets chroniques

Probablement très importants du point de vue écologique, ces effets sont mal connus et leur étude est longue et onéreuse.

e) Les matières en suspension

Elles affectent de plusieurs manières le milieu marin et essentiellement par la sédimentation et la réduction de la photo-synthèse. Bien que leurs effets sur les eaux ouvertes soient limités, elles nécessitent néanmoins un contrôle rigoureux.

f) Les variations de la température et de la salinité

Eu égard à la dilution, cet aspect n'est important que dans le cas des eaux fermées ou semi-fermées.

2.2.1. Industries extractives et industries qui affèrent

Les industries de transformation sont situées pour la plupart d'entr'elles dans la zone côtière. Elles constituent en elles-mêmes et dans certains cas des sources de pollution des eaux côtières mais ce sont surtout la manipulation ultérieure des matières premières, leur transport et leur emmagasinage qui accentuent les effets nuisibles sur l'environnement.

MINERAIS

Débarqué à Sfax, le minerai de phosphate du bassin de Gafsa et Kallakhasba est, soit travaillé à Sfax-même, à Gabès ou à Jebel Jeloud, soit vendu tel quel en Tunisie ou à l'étranger.

Le minerai fer de Jerissa, Tamera et Daouaria, les minerais de cuivre et de zinc provenant de diverses mines situées au nord de la Tunisie constituent les matières premières de base des usines métallurgiques de Menzel Bourguiba et de la proche banlieue de Tunis.

Les autres minerais importants sont le mercure (à Arja), le spath fluor à Hammam Zriba et le magnésium (qui existe en grandes quantités à Sabkhat El Melh).

Alors que la production de mercure semble incertaine dans l'avenir, il semble en revanche que celle du fluor va en augmentant. En plus du fluor extrait du spath-fluor, cet élément et ses composés peuvent être également extraits des phosphates.

PETROLE

L'exploitation du pétrole a commencé en 1961. La production correspondant à la quinquennie 1972-76 a été la suivante (en milliers de tonnes).

1972 : 3.904

1973 : 3.953

1974 : 4.500

1975 : 4.000

1976 : 3.500

Le pétrole est également exploité dans les gisements off-shore d'Ashtart dans le golfe de Gabès à 80 km environ au sud de Sfax. La nappe qui s'étend sur 12 km² est évaluée à 40 millions de tonnes. Les plate-formes de forage se situent à 80 m environ de profondeur.

On s'attend à ce que la production annuelle de ce gisement qui a démarré récemment, atteindra 12 millions de tonnes de pétrole et 125 000 m³ de gaz nature. Le pétrole est transporté sur des tankers de 70 000 tonnes qui peuvent amarrer à la plate-forme même.

Le pétrole provenant des gisements de Douleb et d'El Borna est acheminé jusqu'au port de la Skhira d'où il est chargé sur des tankers.

Le pétrole destiné à la consommation locale est raffiné à Bizerte.

Le pétrole est également exploité dans les gisements off-shore de Sidi Letayem près de Sfax et dans le golfe de Gabès. Il est acheminé grâce à des pipe-lines jusqu'à la Skhira.

On ne dispose actuellement d'aucune information sur la pollution par ce type de substance que ce soit le pétrole lui-même ou les produits utilisés lors de son forage ou encore des décharges éventuelles à la Skhira.

Habituellement on ne peut éviter les pertes en pétrole dans les exploitations off-shore, même en absence des blow-out (opération de soufflage).

D'après les autorités tunisiennes concernées aucune perte importante n'a été observée à Ashtart.

La pollution par le pétrole et les boules de goudron (tarr balls) qu'on observe souvent sur les plages et particulièrement celles du nord proviennent essentiellement du large.

L'INSTOP en collaboration avec le Centre national d'études industrielles a procédé à l'établissement et au dépouillement de questionnaires adressés à ce sujet à tous les gouvernorats concernés par la pollution des plages par le pétrole et les hydrocarbures du pétrole.

Les ports pétroliers sont au nombre de 4 : Bizerte, Skhira, Gabès et La Goulette. Celui de la Skhira est le plus important du point de vue du tonnage.

Signalons enfin que le port de la Skhira compte parmi les rares ports méditerranéens munis de bassins de décantation ; de tels équipements peuvent constituer une solution à ce type de pollution et il est souhaitable que le port de Bizerte en soit pourvu.

Sur le plan international la Tunisie a signé et ratifié la convention de Londres de 1954 telle qu'elle a été amendée en 1962 sur la pollution par le pétrole. Elle a également signé les amendements qui ne sont pas encore entrés en vigueur. D'après le dernier amendement, la mer Méditerranée est désignée comme « zone spéciale » particulièrement vulnérable à la pollution par le pétrole.

En vertu de ce même amendement, la notion de zone « spéciale » non prohibée sera abolie et toutes les décharges de pétrole et des déchets pétroliers par les navires seraient par conséquent interdites à l'exception des décharges peu importantes et répondant aux critères du « Load-Topsystem » (LOT).

Cependant le système LOT ne fonctionne pas bien dans le cas de la Méditerranée et cela à cause des courtes distances. On estime à environ 165 millions de tonnes la quantité de pétrole annuellement chargée par des bateaux n'employant pas ce système ; ce qui occasionne des rejets en mer d'environ 300 000 tonnes de pétrole (CGPM, 1972).

2.2.2. Minerais métalliques et métallurgie

Les sociétés Penaroya-Tunisie et la Métallurgie de Tunisie dont les usines sont implantées à Mégrine et Jebel Jeloud produisent du cuivre, et des composés du cuivre, de l'oxyde de zinc, de l'étain, de l'argent et des peintures (cf. annexe II).

Aucune donnée n'est disponible sur les caractéristiques de leurs eaux résiduaires. Cependant l'usine possède différents moyens permettant de réduire les émissions de poussière dans l'air et dans l'eau ; mais il n'en reste pas moins que les rejets de composés soufrés et cuivreux sont considérables.

A Menzel-Bourguiba, la Société El Fouladh produit différents types de fontes et d'acier. Ce type d'industrie consomme de grandes quantités d'eau (environ 150 000 litres /tonne d'acier). Ces eaux usées qui sont rejetées dans le lac de Bizerte ont les caractéristiques suivantes :

volume rejetés : 50 à 90 m³/heure

pH : 8 à 9

chlorure : 500 mg/l

chlore : 5,0 mg/l

DBO5 : 4 à 10 mg/l

matières en suspension : 240 à 560 mg/l

Alors que les usines fabriquant des produits semi-finis sont peu nombreuses, il existe néanmoins 25 usines métallurgiques situées pour la plupart d'entre elles aux alentours de Tunis, et dans les régions de Sfax, de Sousse et de Bizerte.

Les facteurs de pollution dépendant de la nature des produits et du degré d'intégration des procédés, on peut suspecter les sources de pollution suivantes :

— les huiles de lubrification et les huiles hydrauliques provenant des unités de transformation ;

— les opérations mécaniques ;

— le lavage des conduites de gaz ;

— le nettoyage du métal ;

— les pulvérisations de peinture, etc.

Les déchets résultants sont : des solides en suspension, des poudres métalliques, des détergents, des solvants, des composés acides, des composés cyanés, des métaux lourds, des gaz azotés, le fluor et les fluorures, des phénols, des composés du chlorure et des composés phosphorés.

On peut réduire la charge de pollution émanant de ce type d'usine par l'amélioration des méthodes de traitement chimique, par sédimentation, par extraction des huiles lourdes ou par oxydation biologique.

Les substances polluantes étant souvent toxiques, il est nécessaire de surveiller leur dispersion dans les eaux réceptrices et leur passage dans les sédiments.

2.2.3. Industrie agricole et industrie alimentaire

Les déchets engendrés par ce groupe d'industries peuvent provenir des abattoirs, de la séparation des tissus indésirables, des opérations de lavage des produits bruts de cuisson, de nettoyage, d'extraction etc. Elles engendrent également des eaux chaudes provenant des opérations de refroidissement. Ces déchets ont des DBO5 élevées et contiennent des matières en suspension, des détergents, des substances azotées, des graisses et des acides organiques. Mis à part les eaux de process et la mise en œuvre de bons procédés de

contrôle, la solution aux problèmes posés est analogue à celle utilisée pour le traitement des eaux usées domestiques.

Il existe en Tunisie environ 15 conserveries dont trois à Sousse, deux à Tunis, deux à Mahdia et deux à Nabeul. Les quatre plus importantes d'entr'elles produisent chacune entre 1 500 et 2 000 tonnes de produits conservés par an.

Etant importante, l'industrie oléicole pose dans plusieurs zones des problèmes de pollution dus essentiellement à la grande charge organique de ses déchets et au nombre important des huileries. La production oléicole varie d'une année à l'autre, l'activité se concentrant durant la période allant de novembre à mars.

La charge organique des huileries peut être calculée sur la base de 15 g de DBO5/litre de « margine » ou de 28 000 équivalents-personnes pour une production de 1 000 tonnes jour.

Emplacement	Nombre	Production	DBO5/j	Equiv. pers. 549/P J.
Sousse	6	3.700	460 kg	8.500
Sfax	100	—	7.250 kg	134.000

Etant en étroite relation avec les huileries, les savonneries sont implantées dans les mêmes zones. Elles imposent une charge organique de l'ordre de 54 kg/tonne de savon. Elles se trouvent principalement à Sfax, à Sousse et à Monastir. A Sfax pour 2 400 tonnes de savon la DBO5 est de 130 tonnes ; à Sousse pour 3 300 tonnes de savon la DBO5 est de 170 tonnes.

Il existe un certain nombre de conserveries de fruits, de légumes et de poissons. On estime la DBO5 produite à 27 kg par tonne de poisson. Pour deux des quatre conserveries de Sousse, la charge de DBO5 correspond à 5 000 équivalents personnes pendant la campagne des sardines.

Sur les six conserveries de thon, de sardine, de crevette et de poulpe de Mahdia quatre appartiennent à l'Office national des pêches.

Il existe également des conserveries à Hammamet et Monastir. Pour ce qui est des conserveries de fruits et légumes, elles sont en général combinées avec les conserveries de poissons ; ce qui leur permet de fonctionner durant toute l'année. Elles se trouvent, pour la plupart d'entr'elles sur la côte est.

Les abattoirs engendrent une charge organique d'environ 10 kg de DBO5 par tonne d'animaux abattus mais cette quantité varie largement avec les pratiques utilisées. On estime celle de l'abattoir de Sousse (pour une production de 2 600 animaux abattus) à 54 kg/DBO5/jour donc à 1 000 équivalents-personnes (BCEOM, 1973).

A titre d'exemple la charge de pollution organique provenant des industries alimentaires de la ville de Sousse est donnée dans le tableau 5. Cet exemple peut être valable pour d'autres localités situées sur la côte est.

2.2.4. Raffinage du pétrole et industrie y afférent

Les principaux polluants de ce groupe d'industries sont le pétrole brut, les eaux de refroidissement et les déchets engendrés par les réactions secondaires de craquage et de synthèse.

Une pollution supplémentaire est causée par les eaux résiduelles provenant du nettoyage des cheminées et des réservoirs de stockage.

Tableau 5

Pollution organique d'origine industrielle

(VILLE DE SOUSSE)

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
I. HUILIERIES												
8.600	+	+	+								+	+
II. RAFFINERIES												
D'HUILE												
12.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
III. SAVONNERIES												
20.000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IV. CONSERVERIES												
a) sardines												
5.000				+	+	+	+	+	+			
b) fruits, légumes et poissons												
2.500				(+)	(+)	(+)	(+)	++)	(+)			
V. ABATTOIRS												
2.000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VI. DIVERS												
5.000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Volume (équivalent-personnes)	7700	7700	7700	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6000	7700	7700
Volume (m3/j)	1150	1150	1150	970	970	970	970	970	970	900	1150	1150
Charge organique équiv.-personne)	48000	48000	48000	44500	44500	14500	45000	45000	45000	39000	48000	48000
Total g DB05/j	2592	2592	2592	2403	2403	2403	2403	2403	2403	2133	2592	2592

Les substances polluantes les plus courantes sont les hydrocarbures du pétrole, les composés phénoliques, les eaux acides, les cyanures, les chromates, les détergents et les eaux chaudes. Certaines mesures ont été déjà prises au niveau de l'usine en vue de réduire ou d'empêcher les fuites ; d'autres peuvent étre prises telles que l'extraction du pétrole, la sédimentation, l'utilisation des lagunes aérées et des lits de boue activée.

Il n'existe actuellement qu'une seule raffinerie de pétrole (à Bizerte) dont les 3 4 du pétrole brut qu'elle traite proviennent d'El Borma, les pétroles plus lourds sont importés. Le pétrole est transporté grâce à des tankers de 30 000 tonnes, et conduit par pipe-line de 5 km de long à quatre citernes de stockage situées près de Bizerte. La raffinerie, conçue pour une capacité annuelle de 1,5 million de tonnes, traite actuellement 1,2 millions de tonnes par an. Elle produit divers types d'hydrocarbures de pétrole et consomme elle-même environ 50 000 tonnes de fuel.

Les procédés employés sont :

- 1) la distillation primaire (1 million de tonnes) ;
- 2) craquage catalytique (avec une unité de désulfuration et d'augmentation de taux d'hydrocarbures saturés) ;
- 3) installation de stabilisation des gaz (dé-éthanisation) ;
- 4) unité de raffinage chimique du kérosène et de gazoline ;

- 5) unité de liquéfaction des gaz ;
- 6) installation d'éthylation et de coloration.

Il existe également une centrale thermoélectrique de 2 900 MW. 3 600 m³ par heure d'eau de refroidissement sont puisés dans la mer près de la jetée située à l'est du port (ATPNE, 1972).

La pollution la plus importante provient probablement de la grande charge de DBO₅ et de DCO du pétrole rejeté, des phénols et des solides en suspension. Une pollution atmosphérique causée par la raffinerie et la centrale existe sans aucun doute, bien que les données nécessaires à sa quantification ne sont pas encore disponibles.

Normalement 90 % de l'eau consommée par la raffinerie servent au refroidissement ; signalons qu'en Europe des efforts considérables sont actuellement entrepris en vue de réduire les volumes d'eau utilisée et cela en favorisant sa réutilisation. On peut y arriver également par l'installation de systèmes de réfrigération à air ou de systèmes en circuits fermés entre les différentes unités. Signalons également que des procédés de traitement tertiaire des effluents sont en voie de développement.

Etant donné que le raffinage de 1 tonne de pétrole nécessite 1 m³ d'eau et correspond à un rejet contenant 100 ppm de pétrole, une étude faite par le CGPM (CGPM, 1972) estime à 20 000 tonnes le pétrole rejeté en Méditerranée par les raffineries. Sur cette base, la raffinerie de Bizerte rejeterait en mer 150 à 200 tonnes de pétrole par an.

Dans ce domaine on peut prévoir que l'effet chronique dû au pétrole (chronic low-level pollution) est potentiellement plus dangereux pour les organismes et les écosystèmes que celui dû aux déversements des pétroliers (Evans et Rice, 1974).

2.2.5. Cimenterie et industrie minérale non métallique

Les problèmes les plus importants posés par ce type d'industrie résident dans les rejets de solides en suspension provenant des argiles, des sables et des minerais de carrière.

Il existe un grand nombre d'usines de ce type dont les briqueteries, les plâtreries et différentes autres fabriques de matériaux de construction.

La cimenterie de Bizerte produit 196 000 tonnes de ciment et 44 000 tonnes de chaux ; celle de Jebel Jeloud 430 000 tonnes de ciment et 115 000 tonnes de chaux.

Ces usines sont d'une part à l'origine d'une pollution atmosphérique et rendent d'autre part turbides les eaux marines dans lesquelles elles déversent leurs déchets.

L'augmentation de la turbidité de l'eau par les substances même inertes peut avoir des effets écologiques et des répercussions économiques considérables sur les pêcheries.

En effet l'affaiblissement de la pénétration de la lumière diminue la production primaire et les matières en suspension peuvent obstruer les branchies des poissons et altérer les échanges d'oxygène, ou bien tapisser le fond de la mer et inhiber la reproduction.

La surveillance et le contrôle de la turbidité et de la sédimentation dues à ces rejets sont faciles à effectuer. Les mesures de transparence de l'eau feraient partie de tout programme visant le contrôle de la qualité des eaux côtières.

2.2.6. Industries mécanique et électrique

Constituant un groupe hétérogène, ces industries engendrent divers problèmes et des polluants tels que les métaux lourds, les détergents, les composés acides, les cyanures et les huiles.

Le gouvernorat de Tunis abrite le plus grand nombre de ces usines ; le reste étant réparti entre Sfax, Sousse et Bizerte.

Grâce à l'effet tampon de l'eau de mer, les variations du pH causées par de tels rejets ainsi que ceux d'autres industries, n'ont qu'un effet localisé. Cependant une variation du pH peut accroître les effets des substances toxiques qu'ils contiennent.

Pour ce qui est des cyanures, bien qu'ils soient toxiques en eux-mêmes, leur durée de vie est courte dans l'environnement et cela est dû principalement aux complexes cyanés auxquels ils donnent naissance et qui sont biodégradables (Kéckés, 1974).

2.2.7. Industrie chimique

Eu égard aux procédés divers impliqués dans ce type d'industrie, les rejets qui en résultent sont variés et comportent des agents toxiques tels que les composés acides et basiques, les substances organiques, les composés fluorés, les cyanures, les sulfures ainsi que des matières en suspension et des substances azotées.

Des solutions spécifiques doivent être trouvées à ces différents problèmes, surtout en ce qui concerne les usines d'engrais.

Ces dernières sont implantées principalement à Gabès, à Sfax et dans le grand Tunis.

Plusieurs études ont été faites sur les effets de leurs rejets sur l'environnement et le problème mérite une discussion approfondie (ATPNE, 1972 et BCEOM, 1973).

La fabrication de l'acide sulfurique, nécessaire à l'attaque du phosphate naturel, engendre des émissions importantes de gaz sulfureux (SO_2) et sulfurique (SO_3). L'unité d'acide sulfurique des ICM à Gabès dégage environ 4 000 tonnes de SO_2 par an ; ces émissions qui seront de plus en plus importantes avec l'entrée en fonctionnement des nouvelles unités des I.C.M. et de la SEPA, correspondent à une perte en acide sulfurique de l'ordre de 10 000 à 15 000 tonnes par an.

L'usine d'engrais phosphatés de Sfax (SIAPE) dégage environ 6 500 tonnes de SO_2 par an. Les émissions de la NPK n'ont pas été chiffrées mais doivent être relativement moins importantes que celles de la SIAPE.

Signalons qu'en Europe, on tend actuellement à remplacer l'acide sulfurique par l'acide nitrique, ce qui élimine les problèmes des oxydes de soufre.

Pour ce qui est des eaux résiduaires, elles sont chargées de phosphore et de fluosilicates. Le problème posé peut être résolu grâce à la recirculation des eaux de lavage et à la récupération du fluorure d'hydrogène (Weber, 1972). D'autres commentaires sur ce type de pollution de l'air seront donnés dans le paragraphe 2.3.2.

Les composés fluorés gazeux émis tels que HF, SiF_4 posent de sérieux problèmes de pollution atmosphérique. Le fluor existe également dans les eaux de process et dans le phospho-gypse déversé dans la mer et provenant des unités de fabrication de l'acide phosphorique et du super-phosphate.

Le volume des émissions fluorées des usines d'acide phosphorique ICM à Gabès et de la SIAPE sont estimées respectivement à 250 à 300 tonnes/an et 50 à 70 tonnes/an ; celles des unités de superphosphate de la SIAPE (2 000 tonnes/an) ont été réduites dernièrement au 1/10 grâce à l'installation de système de lavage des gaz. Il est souhaitable que la NPK en fasse autant afin de réduire ses émissions qui s'élèvent à des centaines de tonnes/an.

Le fluor, n'étant pas encore récupéré, la diminution des teneurs des rejets gazeux en composés fluorés se répercute par une augmentation de la teneur en fluor des eaux de lavage. On estime la quantité de fluor émanant de différentes sources et qui atteint les eaux littorales situées aux alentours des ICM, à 10 000 tonnes par an. Cette quantité s'élève probablement à 10 000 tonnes an à Sfax (SIAPE et NPK) et à 500 tonnes an dans le lac de Tunis (STEG).

La récupération du fluor peut être une opération économiquement valable puisque celui-ci peut être utilisé dans la fabrication du fluorure d'aluminium, ce qui diminue considérablement sa teneur dans le phosphogypse. Le phosphogypse débarrassé du fluor, du phosphore ($P_2 O_5$) et des matières organiques peut servir pour la fabrication du plâtre et du ciment, comme cela est le cas dans plusieurs pays.

Les grandes quantités de fluor déversées par les usines chimiques dans l'eau de mer constituent des dangers pour la vie marine, puisque certains organismes marins sont capables de le consommer et de l'accumuler comme c'est le cas par exemple pour le crabe bleu (Moore, 1971) qui peut en accumuler dans ses tissus jusqu'à devenir, après une longue exposition, impropre à la consommation. On a constaté que pour une concentration de 20 ppm de fluor, la taille des crabes adultes est réduite de 50 %. On doit par conséquent limiter la zone marine affectée par ce polluant et contrôler la concentration du fluor dans les organismes marins, particulièrement les espèces commerciales.

Le phosphogypse, sous-produit de l'industrie des phosphates est soit déposé en tabia (SIAPE) soit déversé à la mer (NPK et ICM). Dans ce dernier cas il se dissout graduellement dans l'eau de mer et les ions calcium résultants peuvent précipiter les ions F^- sous forme de fluorure (fluorure de calcium) qui risque de nuire aux organismes benthiques à cause de ses propriétés mécaniques.

Les volumes de phosphogypse déversés par les différentes usines se situent actuellement entre 300 et 600 000 tonnes/an et atteindront environ trois millions de tonnes an avec l'entrée en fonctionnement de la SEPA.

Les usines d'acide phosphorique et de superphosphate déversent également de grandes quantités d'eaux usées dont le volume varie entre cent et plusieurs centaines de m^3 par heure.

Une analyse chimique d'un échantillon de phosphogypse (ICM, 1973) est mentionnée ci-après :

Substance	Concentration (g/l)
$P_2 O_5$	1,50
Ca O	1,63
Mg O	0,20
Si O_2	1,95
F	4,57
SO_3	2,65
Cl	1,55
$Fe_2 O_3$	0,03
Matière organiques	indéterminées
pH	2,5

REMARQUES :

1) Le phosphore existe sous trois formes : P soluble (acide phosphorique d'imprégnation et phosphate monocalcique). P syncristallisé (phosphate bicalcique) et P inattaqué (apatite de départ).

2) Bien qu'il constitue un élément nutritif du milieu marin, le phosphore peut être à l'origine de cas d'eutrophisation particulièrement dans les milieux fermés.

3) Les eaux gypseuses contiennent également des métaux lourds tels que le chrome, dont il faut surveiller la concentration dans les eaux réceptrices.

4) Les matières organiques dont le taux dans le phosphogypse varie entre 0,5 et 4 % peuvent être facilement observées dans les effluents dans la zone des rejets (couleur foncée). Les effets écologiques du phosphogypse sont actuellement étudiés par le laboratoire de pollution de l'INSTOP.

Les eaux de refroidissement provenant des usines des ICM, des ICF et de la centrale électrique et rejetées dans les eaux du golfe de Gabès ainsi que celles d'autres industries côtières atteignent le milieu marin à des températures supérieures de plus de 10 degrés Celsius à celle des eaux réceptrices. Ce phénomène peut causer en lui-même des effets néfastes sur les organismes et leur milieu, particulièrement dans les cas des zones aux échanges restreints.

A proximité des usines d'acide phosphoriques des ICM à Ghannouch (Gabès) ont été installées récemment les Industries chimiques du fluor, dont la production atteindra 23 000 tonnes/an et dont la matière première, le spath fluor, est fournie par la SOTEMI ; l'acide sulfurique étant fourni par l'unité d'acide sulfurique des ICM. Les rejets polluants de ces usines consistent principalement en gypse (environ 30 000 t/an) et en composés acide.

D'autres industries chimiques de moindre importance sont implantées dans des villes côtières ; on peut citer les fabriques de détergents à Tunis, Sfax et Gabès, les manufactures de peinture à Tunis et à Sfax et les usines de pneus (Firestone) à Menzel-Bourguiba.

2.2.8. Textile, confection et tanneries

Les opérations de dégraissage, de nettoyage et de teinture de la laine dans les usines de textile engendrent des effluents dont la DBO₅ et les teneurs en matières en suspension sont très élevées. Ces effluents contiennent des composés acides, des composés basiques, des agents de blanchiment, des détergents et des colorants, qui peuvent être très toxiques. Pour le traitement de ces effluents on peut utiliser des moyens similaires à ceux utilisés pour les déchets domestiques, mais particulièrement ceux utilisant les lagunes aérées et les boues activées.

Il en est de même des tanneries qui rejettent des déchets à DBO₅ élevée et contenant des substances très toxiques telles que les composés acides, les colorants, les chromates, les sels d'ammonium et les détergents.

Il existe au moins cinq tanneries implantées à Tunis, à Sfax et à Sousse.

Les usines de textile de la SOGITEX (Société générale du textile) existent à Tunis, Ksar Hellal, Monastir, Sousse et Sfax. Aucune donnée n'a pu être obtenue concernant leurs eaux usées rejetées en mer ou dans les lacs et Sebkhats. Voici à titre d'exemple une analyse des eaux résiduelles d'usines de traitement de la laine aux Etats-Unis :

Opérations de traitement de la laine	pH	DBO ₅ (ppm)	Matières solides totales (ppm)
Dégraissage	9,0 - 10,4	30.000 - 40.000	1.100 - 64.000
Teinture	4,8 - 8,0	4.000 - 2.200	3.900 - 8.300
Lavage	7,3 - 10,3	4.000 - 11.500	4.800 - 19.300
Neutralisation	1,9 - 9,0	30	1.200 - 4.200
Blanchiment	6,0	400	900

L'usine de Bir Kassaa déverse 3 500 m³ d'eaux usées par jour contenant des détergents, de la soude, des agents d'adoucissement, des colorants, des huiles et des éléments toxiques. Leur pH est alcalin (entre 11 et 12).

Ces eaux sont déversées, après décantation, dans le lac sud de Tunis, les eaux usées de l'usine de Monastir sont traitées et recyclées, celles de l'usine Ksar Hellal sont rejetées dans la Sebkhah de Moknine.

L'industrie du textile, s'étant fixé des objectifs très ambitieux (90 % des projets agréés en 1973), il est indispensable de s'assurer que la concentration de telles usines n'engendrent pas de dommages aux milieux récepteurs de leurs effluents et eaux résiduelles.

2.3. Autres types de pollution

La pollution d'origine radioactive existe probablement dans les rejets émanant de quelques hôpitaux, mais aucune information à ce sujet n'est disponible.

La pollution d'origine microbiologique peut être d'une certaine importance pour les pêcheries particulièrement dans le cas des captures de coquillages à proximité des décharges de déchets domestiques.

Les zones affectées sont nombreuses et on peut en signaler dans la banlieue de Tunis, Bizerte et les pourtours des villes côtières de l'Est. Dans de tels cas il est de première nécessité de rendre ces coquillages moins nocifs et cela par la purification et la stabulation. Le problème ne se poserait peut-être pas dans le cas où la distribution est assurée, par l'Office des pêches ; mais il devient inquiétant dans le cas où la vente est faite directement sur les plages par des vendeurs privés. Aucune information n'est jusqu'à maintenant disponible à ce sujet mais ce problème se pose certainement avec moins d'acuité que dans les pays européens.

Signalons également qu'un grand nombre de substances chimiques synthétiques sont déversées dans les eaux côtières et lagunaires. Du point de vue biologiques les plus importantes sont constituées par les hydrocarbures chlorés. Parmi ces derniers composés les PCB'S (Biphényle polychlorés) occupent une place importante dans les zones urbaines et industrielles. Ils sont utilisés dans plusieurs domaines surtout en tant que colorant, isolant et comme plastifiant dans les peintures.

2.3.1. Les pesticides.

La demande croissante en ces substances justifie leur grand volume.

Les résidus de pesticides dans l'écosystème ont tendance à augmenter, particulièrement dans certains organismes aquatiques vivant dans les eaux fermées. Le problème risque d'être plus important dans le cas des cultures de légumes dans les gouvernorats du nord et du nord-est.

L'utilisation des composés organochlorés et organophosphorés dans le traitement de l'olivier est en nette progression dans les régions du nord et sur la côte est.

Voici à titre d'exemple quelques pesticides et leur utilisation respectives.

a) composés organochlorés :

DIELDRINE (20 %) : utilisée contre les acolytes de l'olivier (20 000 litres/an).

H.C.H. (hexachlorhexane) : 500 tonnes/an sont utilisées (pulvérisation) contre les sauterelles et le traitement des produits alimentaires.

b) composés organophosphorés :

PARATHION : 1 500 tonnes sont utilisées par an, dont 80 % contre les parasites de l'olivier (entre avril et mai). On utilise également un mélange à 1 % de ce composé pour la pulvérisation aérienne.

MALATHION (96 %) : environ 50 000 litres sont pulvérisés par an (principalement par voie aérienne) contre les mouches des agrumes et les mouches de l'olivier.

Eu égard à leur persistance et à leur tendance à l'accumulation dans les organismes, l'emploi de plusieurs composés organochlorés a été soit réduit soit aboli dans plusieurs pays.

On tend actuellement dans plusieurs pays méditerranéens à restreindre voire à interdire l'importation ou la vente de composés tels que le DDT, l'aldrine, la dieldrine, l'heptachlore et d'autres substances similaires.

La persistance de ces composés constitue un critère écologique important. Une fois appliqués, les organochlorés, excepté le méthoxychlore, restent actifs pendant deux à cinq ans.

Le DDT présente une grande toxicité aiguë (« acute toxicity ») pour les organismes marins, particulièrement les Arthropodes (crevettes) et certains poissons. A titre d'exemple, la truite pêchée après un certain temps d'exposition dans une eau contaminée en contient 0,001 ppm (Leeding, Whittemore et Tuntle, 1972). Les concentrations journalières acceptables recommandées par la F.A.O. et l'O.M.S. sont de 0,001 mg/kg pour la dieldrine et l'aldrine et de 0,005 pour le DDT.

La plupart des composés organophosphorés (tels que le parathion et la Malathion) et les carbamates sont considérés comme étant non persistants : leur activité ne dépassant pas une à douze semaines. Cependant les composés organophosphorés présentent une toxicité aiguë très élevée et plusieurs cas d'empoisonnement humain et de mortalité de poissons ont été constatés dans divers pays.

On a commencé récemment à surveiller les taux résiduels de pesticides dans le sol et dans certains produits de l'agriculture. Les analyses doivent toucher particulièrement les produits commercialisés et ceux destinés à l'exportation.

Les résultats obtenus grâce à ces activités constitueraient une partie d'un programme global de surveillance et de contrôle des résidus de pesticides dans l'environnement.

Les connaissances actuelles sur les concentrations des pesticides dans l'eau et le biotope naturel sont très peu consistantes, et les recherches sur les effets des composés organochlorés les plus utilisés doivent être menées d'urgence afin de pouvoir protéger les ressources biologiques et particulièrement les crevettes et les jeunes poissons dans certaines zones côtières.

Ces recherches doivent inclure également les PCB'S dont l'influence et la distribution actuellement inconnues, doivent toucher les écosystèmes particulièrement les zones urbaines et industrielles.

Le problème est d'autant plus sérieux qu'en 1972 par exemple, l'Académie des sciences et de technologie des Etats Unis d'Amérique recommande de surseoir à l'emploi des PCB'S et le gouvernement interdit aux usines dont les eaux résiduaires atteindraient ou dépasseraient 0,01 parties par billion de PCB'S de rejeter leurs eaux dans les rivières et les lacs (QEC, 1973). Les herbicides et particulièrement ceux à base de 2,4-D et 2,4,5-T, sont utilisés pour le nettoyage des sols avant forestation, surtout dans la partie nord-ouest du pays. Aucun contrôle sur les effets écologiques n'est assuré dans ce domaine et les dangers potentiels de la contamination par la dioxine nous sont encore inconnus. Les pesticides sont exclusivement importés par des firmes qui les commercialisent sur le marché.

Ces firmes sont toutes implantées à Mégrine, donc à proximité du lac de Tunis, d'où la nécessité de s'assurer qu'aucune contamination ne touche ce lac. L'utilisation et le commerce des pesticides sont en Tunisie contrôlés par la loi. La commission d'étude des produits pesticides à usage agricole donne des conseils techniques sur la qualité des pesticides, fait des recommandations concernant la commercialisation et l'utilisation de nouvelles formules ou la cessation d'emploi d'autres dans le cas où des produits moins nuisibles deviennent disponibles.

Le gouvernement, par l'intermédiaire du ministère de l'Agriculture (Division de la défense des cultures), fournit les informations concernant la formulation des pesticides ainsi que leur mode d'application pour la protection des végétaux (sous forme d' « Avertissements agricoles »).

2.3.2. Pollution atmosphérique d'origine industrielle

L'environnement étant globalement sujet à une circulation continue de grandes quantités de polluants entre la terre, l'air et l'eau, la plupart des mécanismes de transports de ces polluants agissent également à l'échelle locale où leurs effets peuvent être évidemment plus importants.

Par exemple on a estimé à 90 millions de tonnes par an la quantité de pétrole atteignant l'environnement marin par voie atmosphérique, mais son effet n'est pas très apparent ; en revanche quelques tonnes de gaz sulfurique rejeté par une seule usine peuvent déranger toute une ville telle que Sfax (en 1974 l'usine NPK, a été d'ailleurs fermée pendant une semaine pour cette raison).

Les gaz d'origine industrielle rejetés dans l'atmosphère contiennent des composés variés dont les effets néfastes sur l'environnement peuvent être très importants, particulièrement les gaz azotés et sulfurés. Ceux-ci ont d'ailleurs été l'objet de nombreuses études et recherches en Europe, et les résultats obtenus peuvent être exploités pour le cas de la Tunisie.

Les effets de ce type de pollution dépendent généralement des quantités et des caractéristiques des rejets (température, type de composés émis, présence et nature des catalyseurs d'oxydation dans la fabrication de l'acide sulfurique etc.). Plusieurs facteurs atmosphériques sont également importants, particulièrement le vent et les pluies.

L'anhydride sulfureux SO_2 étant oxydé en anhydride sulfurique SO_3 (qui donne, après action de l'eau, de l'acide sulfurique), ce gaz émis dans l'air humide peut être converti en acide sulfurique et répandu par les pluies sur des rayons de 50 à 100 km (Brosset, 1973), ce qui rend les sols acides.

En absence de pluie, ce sont des dépôts secs qui prennent naissance à des distances considérables de la source.

En Europe on estime les quantités de soufre provenant des activités humaines à 50 - 70 % du soufre total introduit dans l'air.

En Tunisie, les quantités de soufre rejeté annuellement par les industries peuvent être de l'ordre de 100 000 tonnes (S/H_2SO_4) dont une partie provient des centrales hydro-électriques, des usines d'acide sulfurique, des fonderies, des opérations de lavage des gaz acides et des raffineries. Le soufre peut provenir également des gaz d'échappement des voitures et des chauffages domestiques.

En Suède la pisciculture a été largement affectée par l'acidification des eaux douces due aux précipitations.

En Tunisie les lacs présentent de grandes surfaces et seraient par conséquent exposés particulièrement à de tels phénomènes. Cependant une estimation des risques encourus ne peut être établie sans tenir compte de la chimie du sol et de l'eau, du transport atmosphérique et d'autres facteurs.

Les vents soufflant du nord-ouest au sud durant une grande partie de l'année, transportent les gaz des cheminées vers la mer.

L'île de Jerba se trouve dans la direction des vents de l'ouest soufflant de Gabès ; les îles Kerkennah se trouvent en aval de Sfax, et le Cap Bon est exposé à la pollution atmosphérique provenant de Tunis.

La zone côtière située entre Bizerte et Tunis ainsi que les régions situées en aval (jusqu'à Hammamet) sont potentiellement affectées par les vents du nord-ouest.

BIBLIOGRAPHIE

ATPNE (Association tunisienne pour la protection de la nature et l'environnement) (1972). — Rapport à la Conférence des Nations-Unies sur l'Environnement, Stockholm, 1972.

BECOM (1973). — Assainissement des zones côtières et touristiques de la Tunisie. Etude de la factabilité. Ministère de l'Agriculture. Direction de l'hydraulique et des aménagements ruraux, Tunis.

BERNHARD M. et ZATTEA (1975). — I maggiori contaminanti nell'ambiente marino. *Ingenier. ambient., Inquinam. Dejuraz.*, 4 (3) : 186 - 287.

BROSSET C. (1973). — Airborne acid. *Ambio*, 11, (1-2).

COLE H.A. (Ed.) (1967). — Pollution of the North Sea. *ICES Cooperative Research Report*, Ser. A. 13, Charlottenlund, Denmark.

DYBERON B.I. (Ed.) (1970). — Pollution of the Baltic. *ICES Cooperative Research Report*, Ser. A., 15, Charlottenlund, Denmark.

EVANS, D.R. and RICE S.D. (1974). — Effects of oil on marine ecosystems. A review for administrators and policy makers. *Fish. Bull.* 72 (3).

FAO-WHO (1967). — Evaluation of some pesticide residues in food. Report of a Joint Meeting of the FAO Working Party and the WHO Expert Committee on Pesticide Residues. *FAO Agricultural Studies*, WHO, Food Additives, 67, 32.

CGPM (1972). — The State of Marine Pollution in the Mediterranean and Legislative Controls. *Stud. Rev. Gen. Fish. Coun. Mediter.*, (51).

ICN - BC : (Ingenieurs Conseils Neerlandais - Coyne et Bellier) (1973). — Assainissement du Grand Tunis. Rapport de factibilité technique, (non publié).

KECKES S. (1974). — Detrimental effects of pollutants on aquatic organisms (FID : PPM-74-inf. 70) FAO, Rome. (non publié).

LACOMBE H. et TCHERNIAP. (1974). — Quelques considérations d'océanographie physique relatives à la pollution en Méditerranée. Communication présentée à la Conférence interparlementaire des pays côtiers sur la lutte contre la pollution de la mer Méditerranée. Rome 29 mars - 3 Avril 1974) CONF-MED-74-A-1. (non publié).

LEE LING, F. W. WHITTEMORE, and E.E. TURTLE E.E., (1972). — Persistent pesticides in relation to the environment and their unintended effects (AGPP : MISC-4). FAO, Rome.

MALMER M. (Ed.) (1974). — On the effects on water, soil and vegetation of an increasing atmospheric supply of sulphur. *Nat. Swed. Envir. Protect. Board, (SNV, PM 402 E)*.

MCGILL D.A. (1970). — Distribution of Nutrient Chemical Properties. in *Mediterranean sea Atlas Maxwell et al. éd. Woods Hole Oceanographic Institution Contribution N° 2540*, Woods Hole, Mass., USA.

Ministère de l'Economie nationale (1973). — Cooperation Tunisia UNEP 1973. Ministère de l'Economie nationale Coopération Internationale. (non publié).

Ministère de l'Economie nationale (1973) : L'eau, facteur décisif d'aménagement, Dir. amén. ter ; Groupe huit, Tunis.

Ministère de l'Economie nationale (1973). — Villes et développement. Dir. Amén. ter ; Groupe Huit, Tunis.

MOORE D.J. (1971) : The uptake and concentration of fluoride by the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Biol. Rep., Radford College*.

ONTT (Office National du Tourisme et du Thermalisme) (1972). — Le tourisme en chiffres, Tunis.

QEC (US Council on Environmental Quality) (1973). — Fourth annual report, Sept. 1973 (US Gov. Printing Office, N° 4111-00020).

WEBER, H.H. (1972). — Industries producing basic inorganic chemicals. *In* : Industrial Waste Water, B. Göransson éd. Lectures presented at the international congress on industrial Waste Water, Stockholm 2-6 November 1970 Butterworth's London.

ANNEXE I

Liste des industries

<i>Nom et raison sociale</i>	<i>Localisation</i>	<i>Produits fabriqués</i>	<i>Unité</i>	<i>Production en 1972</i>
1. INDUSTRIE DU PETROLE				
STIR	Zarzouna - Bizerte	Dénvés du pétrole	T.	1.042.901
2. INDUSTRIE METALLIQUE				
El Fouladh	Menzel Bourguiba	Fonte en gueuse*	T.	5.563
		Fonte liquide	T.	137.139
		Billetes	T.	131.383
		Ronds à béton*	T.	102.254
		Tréfilés*	T.	10.270
Penarroja-Tunisie	Mégrine Er Riadh	Plomb doux	T.	25.071
		Plomb antimonieux	T.	514
		Plomb sublimé	T.	548
		Oxyde de Zinc	T.	70
		Plomb d'Imprimerie	T.	13
		Argent fin	kg	7.389
Métallurgie de Tunisie	Djebel Djelloud	Tuyaux de plomb	T.	1.577
		Plomb de chasse	T.	159
		Tanneries de plomb	T.	121
		Oxyde de plomb	T.	142
		Autres produits en plomb	T.	49
		Baryte broyé	T.	504
		Peintures	T.	179
		Soudure d'étain	T.	53
3. INDUSTRIE METALLIQUE				
La Clouterie Moderne	Bir El Kassâa	Clous	T.	467
Les Fonderies Réunies	Mégrine	Fonte	T.	1.850
		Métaux non ferreux	T.	71
		Tôles plastiques	m2	14.587
STUCOM	Mégrine	Chaudronnerie	T.	282
		Ferronnerie	T.	28
		Charpentes métalliques	T.	329
SAMMI	Mégrine	Charpentes métalliques	T.	11.163
		Chaudronnerie	T.	372
		Serrurerie	T.	127
SOFOMECA	Mégrine Er Riadh	Acier	T.	1.547
		Fonte	T.	2.907
FONDERIE SCHIFANO	Mégrine	Fonte	T.	105
		Métaux non ferreux	T.	8
S.C.I.N.	Sfax	Charpentes	T.	126
		Chaudronnerie	T.	420
S.G.I.	Djebel Djelloud	Charpentes	T.	1.063
		Chaudronnerie	T.	1.213
		Bouteilles à gaz	P.	37.070
Atelier de Construction métallique	Djebel Djelloud	Charpentes	T.	309
ORECCHIONI		Chaudronnerie	T.	19
Société SINGER	Mégrine	Machine à coudre	P.	1.807
		Machine à tricoter	P.	1.524
Fermetures Micheler	Sidi Fathallah	Fermetures métalliques	m2	21.134
Les Applications Métalliques	Sidi Fathallah	Bouchons métalliques	1000 p	281.320
		Bouchons plastiques	1000 p	7.509

* Produits finis.

Fûts métalliques Tunisiens A.M.S.	Sfax	Fûts en tôle acier (225°)	P	117.826
	Sousse	Outils	1000 p	267
		Pannellerie, serrurerie	1000 p	3.218
		Equipement électrique	1000 p	267
		Robinetterie	1000 p	541
		Visserie, Boulonnerie	1000 p	82.126
		Articles de ménage	1000 p	580
		Articles d'éclairage	1000 p	350
SOTUMETAL S.I.G.	Tunis	Emballage métallique	T.	11.067
	Sfax	Gabions	P	7.624
		Grillage et toile mét.	m2	443.934
		Sommier	T.	166
		Ressorts Zig Zag	T.	5
		Ronces artificielles	ml	807.250
SOTAL	Tunis	Art. de mén. en al.	T.	386
		Réchauds à pétrole	Nbre	62.921
		Becs à réchauds	Nbre	119.193
		Articles galvanisés	Nbre	33.944
		Couverts de table	Dz	101.194
		Articles émaillés	Kg	62.452
SOTACER	Bizerte	Réchauds	P	21.287
		Cuisinières	P	3.036
		Radiateurs	P	1.594
		Régulateurs		32.208
STIA	Sousse	Véhic. de trans.	Nbre	1.870
Bougies Sprint		Bougies pour moteur à essence	1000 p	136
SOTUMO	Menzel Bourguiba	Moteurs Bukh	Nbre	606
		Moteurs Hatz	Nbre	1.324
Société Tunisienne de l'Accumulateur	Fondouk Choucha	Accumulateurs	Nbre	65.900
		Oxyde de Plomb	T.	615
		Plomb récupérable	T.	418
Manufacture Tun. d'Electrodes	Fondouk Choucha	Electrodes	1000 p	19.692

4. CIMENTERIES ET AUTRES INDUSTRIES NON METALLIQUES

SOTUVER	Mégrine Riadh	Bouteillerie	T.	7.086
		Gobeletterie	T.	610
Les Faïences Tunisiennes	Tabarka	Carreaux faïence	m2	275.785
Manufact. Tun. de Cér.	Bizerte	Art. sanitaires	T.	2.557
Les Ciments Artificiels Tunisiens	Djebel Djelloud	Ciment	T.	432.276
S.A. Domaine de Potinville		Chaux	T.	115.639
Union Générale	Hammam-Lif	Chaux Hydraulique	T.	64.256
	Djemal	Briques	1000 p	17.536
		Hourdis	1000 p	14.256
SOTIMACO «El Afrane»	El Afrane	Carreaux	m2	237.416
STIMACO « Manoubia »	Manoubia	Briques	1000 p	13.990
		Tuiles	1000 p	782
		Hourdis	1000 p	4.872
El Annabib	Ben Arous	Tuyaux centrifugés	T.	111.742
Ciments Portland de Bizerte	Baie de Sébra	Ciments	T.	195.872
SOTIMACO	Bizerte	Chaux	T.	43.638
« Les Oliviers »	Tunis	Briques	1000 p	8.592
SOTIMACO				
« Kharrouba »	Kharrouba	Agglomérés	T.	13.322
SICOAC	Djebel Djelloud	Produits en fibro ciment	T.	11.805
Carrelages				
Boubal Neveu	Tunis	Carreaux	m2	69.340
Briqueterie Oued Menze	Djebel Lahmar	Briques	1000 p	1.740
Les Platrières Tunisiennes	Crétéville	Gypse	T.	34.016
		Plâtre	T.	14.900

Sté Coop la Brique de Nabeul	Nabeul	Briques	1000 p	2.634
SOREFMAC	PlagePoudrière Sfax	Briques	1000 p	1.846
		Hourdis	1000 p	24
		Carreaux	m2	63.726
Société Lafarge SOTIMACO	Bab El Kahdra	Carreaux	m2	229.140
« Djebel Djelloud »	Djebel Djelloud	Poteaux et Tuyaux	T.	11.900
Briqueterie de Menzel Djemil	Menzel Djemil	Briques	1000 p	6.045
		Hourdis	1000 p	275
Briqueterie de Mengazine	Tindja	Briques	1000 p	1.240
Ent. Jelloul et Ali M'heni	Menzel Bourguiba	Hourdis	1000 p	120
Sté Les Carrelages du Cap Bon	Rte de Kalaâ Skira Sousse	Carreaux	m2	207.967
SOTIMACO «Jendouba»	Nabeul	Carreaux	m2	96.187
	Jendouba	Briques	1000 p	4.584
		Hourdis	1000 p	1.019
SOTIMACO «El Hamma»	El Hamma Gabès	Briques	1000 p	12.261
		Hourdis	1000 p	10.230
Sté Les Carrel. et Préf. du Sud	Gabès	Carreaux	m2	205.960

5. INDUSTRIES DES ENGRAIS ET INDUSTRIES CHIMIQUES CONNEXES

STEC	Djebel Djelloud	Acide sulfurique*	T.	9.881
		Super-phosphates 16 %	T.	42.025
		Engrais composés	T.	4.184
STEC	Quai des phosphat. Sfax	Hyperphosphates	T.	8.827
Sté Nobel Bozel	La Manouba	Explosifs	T.	1.731
		Silicate de Soude 3	T.	1.927
Raffinerie Tun. de Soufre S.T.O.A.	Djebel Djelloud — Tunis (Dj. Djelloud) — Sfax	Soufre raffiné	T.	2.740
		Oxygène	1000 m3	1.083
		Acétylène	1000 m3	261
		Gaz carbonique	T	559
		Autres gaz	1000 m3	31
SOTEMU	Sedjoumi	Explosifs	T.	995
		Mèche de sûreté	km	2.201
Compagnie ex-Algérienne de produits chimiques	El Afrane	Superphosphate acide sulfurique		
SIAPÉ	Route de Gabès Km 4 Sfax	Acide sulfurique*	T.	271.792
		Acide phosphorique*	T.	87.146
		Superphosphate 45 %	T.	246.223
N.P.K.	Route de la Plage Sfax	Acide sulfurique*	T.	159.097
		Acide phosphorique*	T.	60.579
		Superphosphates	T.	168.991
Industries Chimiques Maghrébines	Gabès	Acide sulfurique*	T.	287.183
		Ac. phosphorique 28 %	T.	95.956
		Ac. phosphorique 54 %	T.	93.279
STIPCE	Mégrine	Biorgane	T.	54
		Carbonate de chaux	T.	478
		Engrais	T.	1.266
		Pesticides	T.	936

6. INDUSTRIES CHIMIQUES

SIFCOL	Route de Gabès Km 2, Sfax	Colle liquide	hl	8.141
		Colle solide	T.	479

* Produits intermédiaires. Pour les industries chimiques maghrébines il s'agit de la production 1973.

Pharmacie Centrale de Tunisie	Fondouk Choucha	Comprimés, Galénique	T.	98
		Comprimés	1000 hl	163.044
		Solutés, Galénique	hl	5.753
		Suppositoires	1000 p	12.412
Sté. des produits La Gigogne	Tunis	Savons antiseptiques	T.	5
	51, rue Palestine	Encre	hl	4,3
		Colle	hl	0,1
		Désinfectant	hl	1,6
		Insecticides	hl	2,1
DIFA	Sidi Fathallah	Désinfectant	hl	2.363
		Insecticides	hl	1.073
		Blocs déodorants	1000 p	38
Société Hadrumète	Rte de Monastir Sousse	Savons de ménage	T.	359
Société Africa	Route de Monastir Sousse	Savons de ménage	T.	394
Coop. Oléicole du Sahel	Rte de Monastir Sousse	Savons de ménage	T.	2.146
Coop Zouila	Rte de Sfax, Mahdia	Savons de ménage	T.	2.010
Société Oléicole du Sahel	Route de Gabès Sfax	Savons de ménage	T.	440
S.A. Monastirienne	Rte de Port, Monastir	Savons de ménage	T.	350
Sté ind. du Sud SIPS - ZITEX	Zarzis	Savons de ménage	T.	808
	Rte de Gabès km 5, Sfax	Savons de ménage	T.	1.452
Sav. Hakouna et Cie	Rte de Monastir Sousse	Savons de ménage	T.	360
Simolives	Rte de Gabès, Sfax	Savons de ménage	T.	126
Sav. Africaine et SINDREX	Mégrine	Savon	T.	6.211
Sav. Le Bac	Baie de Sebra, Bizerte	Détergents	T.	57
		Savon	T.	147
Sté L'Evolution Economique	Gafsa	Savon	T.	334
Ets. Abdelmoula		Détergents	T.	115
	Den-Den	Savon	T.	1.172
		Huile de lin	T.	185
SATHOP	Route de la Poudrière, Sfax	Savon	T.	351
Sté Tun. de Produits Mod.	Dubosville	Détersifs et détergents	T.	670
SARL Diolène		Insecticides	hl	188
Sté des Prod. Chimiques	Tunis	Détergents	T.	371
Détergents	Mégrine Riadh	Détergents	T.	3.049
Sté Industrielle SAPEX	Tunis	Détergents	T.	683
Nord. Afric. Com. et Ind.	Rte de Monastir km 4, Sfax	Détergents	T.	976
UNILEX Tunisie	Tunis	Détergents	T.	2.681
Ismail Achour	Rue Louis Macheul Tunis	Détergents	T.	356
La Chimique de Tunisie	Sidi Fathallah	Peintures	T.	1.620
ASTRAL	Mégrine	Peinture oxydes de plomb, étain, et titanium	T.	2.523
Chimicouleur	Radès	Peintures	T.	1.865
Sté Afric. des Encres	Sidi Fathallah	Encres d'imprimerie	T.	47
SOTUNOL	Dubosville	Huile de lin	T.	484
		Peinture	T.	742
Société FLY-TOX	Tunis	Insecticides	hl	5.406
Sté Tun. de Pneumatique	Menzel Bourguiba	Pneus voitures et camionnettes	1000 p	97
		Pneus camions et tracteurs	1000 p	25

		Pneus bicyclettes	1000 p	185
		Chambre à air bicyclettes	1000 p	176
Savonnerie Le Tigre	Tunis	Détergents	T.	782
SOPTEM	Tunis	Détergents	T.	318
La Chimie Moderne	Mégrine	Détergents	T.	948
		Insecticides	hl	56
Mohamed Ali B. Chaabane	Sidi Fathallah	Détergents	T.	1.042
Sté Tun. Produits de Lessive	Rte de Gabès, km 1, Sfax	Détergents	T.	719
Mohamed Djemail et Cie	Gabès	Détergents	T.	1.023
Sté Locale de Développement	Menzel Djemil	Détergents	T.	470
Sté Ind. des produits colorants	Djebel Djelloud	Couleurs en poudre	T.	5.339
Sté Ind. de Peintures	Rte Gabès km 3 Sfax	Peintures	T.	537
Ets. Diesel Matériel	Dubosville	Peintures	T.	440
Manuf. de Prod. Chimiques	Bir El Kassâa	Peintures	T.	160
L'Etoile	Plage Poudrière, Sfax	Peintures	T.	140

7. TANNERIES

Tannerie ADIM	Rte du Champ de Tir, Tunis	Peausserie	1000	628
Tannerie Majoul et Cie	Rte de Mornag, km 3,5			
	Djebel Djelloud	Peausserie	1000	492
Tannerie Hallouani	77, rue El Mandra,	Peausserie	1000	23
Frères	Tunis	Cuir	T.	7
Tameur Tahar Boubaker	Rte de Zaghouan, Tunis	Peausserie	1000	25
		Cuir	T.	8
Tannerie du Sud	Rte de Menzel Chaker, Sfax	Peausserie	1000	304
Sté Tun. de Tan.	Rte de Naassen, km 4, Tunis	Peausserie	1000	419
		Cuir	T.	19
Tannerie de l'Etoile « Le Beau Cuir »	6, rue taïeb Mehiri, Mégrine	Peausserie	1000	1.287
		Cuir	T.	15
Tanneries Modernes de la Manouba	Oued Gueriana, La Manouba	Peausserie	1000	3.939
		Cuir	T.	111
Sté Moderne de Cuir et peaux	Piste Sidi Salem, km 1,5, Sfax	Peausserie	1000	26
		Cuir	T.	3
Tannerie du Centre	Route de Monastir, Sousse	Peausserie	1000	—
		Cuir	T.	—
Coopérative de cuir	Hajeb El Aïoun	Peausserie	1000	314
		Cuir	T.	6

8. INDUSTRIE DU PAPIER

Sté Nlle des Emballages Prêt. et Cart. Héliafic	Rte de Sousse km 4, Mégrine 2, rue Ghandi, Tunis	Caisses en carton	T.	1.212
Comptoir du papier Sanitaire	Dubosville	Papier Héliographique	T.	11
		Papier hygiénique	T.	346
Sté Tun. des Emb. Modernes	Mégrine Riadh	Sacs d'emballages	T.	5.260
		Caisses et cartonnage	T.	1.661
Papeterie de Bab Aléoua	Bab Aléoua, Tunis	Papier gris d'emballage	T.	2.360
Papeterie du Belvédère	Tunis	Papier gris d'emballage	T.	4.582
Sté Tun. d'Imp. et de Cartonnage (STIC)	Rte de Radès, Fondouc Choucha	Carton compact	T.	496
		Carton ondulé	T.	6.342

Sté Nouvelle Tun. de Cellulose SOTUPALFA	Kasserine	Pâte à papier d'alfa	T.	21.754
	Kasserine	Papier	T.	17.598
9. INDUSTRIES LAITIÈRES				
Margarinerie Nouvelle SOTULAIFROM S.T.I.L. (centrale laitière)	Tunis Mateur Rte de l'Armée Nationale, Tunis	Margarine Fromage Lait past. stérilisé L'ben Crème fraîche Yoghourt Beurre Fromage Fromage	T. T. 1000 hl hl hl 1000 p T. T. T.	286 148 221 5.492 750 42.115 37 123 14
Chedly B. Homaed Koumi S.T.I.L. (centrale laitière) Coop. de lait de l'Enfida	Rte Medjez El Bab km 6, Tunis Av. d'Algérie, Sfax Enfidaville	Lait past. stérilisé L'ben Fromages	1000 hl hl T.	42 1.859 16

10. CONSERVÉRIES

Ets. M'hamed Mfarredj	Av. N° 6 au port, Tunis	Conserves de fruits et légumes	T.	1.637
Sté Coop. Maraîchère du Cap Bon	Korba	Conserves de fruits et légumes	T.	1.461
Sté de Conserves Al. Producteurs du Cap Bon SIDNA	Av. Taïeb Mhéri, Nabeul Av. Taïeb Mhéri, Nabeul	Conserves de légumes Conserves de fruits et légumes	T. T. T.	1.947 1.851
OOMOCAP	Saheb Djebel Haouaria	Conserves de légumes	T.	585
SOTUGOLF	Hammamet	Conserves de légumes Conserves de poissons Conserves de poissons	T. T. T.	432 176 245
SOGOME	Rte de Sfax, Mahdia	Conserves de poissons Conserves de fruits Fruits, légumes poissons	T. T. T.	95 48
S.T.E.C.	Rte de Monastir, Sousse	Conserves de fruits et légumes	T. T.	259 346
CIPA	Rte de Sousse, Mégrine	Conserves de poissons et légumes	T.	484
S.I.C.A.	Rte de Monastir, Sousse	Conserves de fruits et légumes	T.	39
SACOT	Rte de Monastir, Sousse	Conserves de poissons et légumes	T.	477
STIL (conserves)	Av. N° 6 au port, Tunis	Farine de poissons Conserves de fruits et légumes	T. T.	102
O.N.P. (complexe de Mahdia)	Mahdia	Conserves de fruits et légumes	T.	293
O.N.P. (Usine de Sidi Daoud)	(Sidi Daoud)	Conserves de poissons	T.	336

ANNEXE 2

Identification et usage des produits pesticides utilisés

<i>Produit (% d'agent actif)</i>	<i>Domaine d'application</i>	<i>Période d'application</i>	<i>Concentration utilisée (qu. par hl d'eau)</i>	<i>Taux d'appli- cation de l'agent actif (par ha)</i>
Arsenate de so- dium (50)	Vigne	Hiver	2 l	3 - 4 l
AZINEFOS Métylé (25)	Olive, poire, pomme	Avril ; une fois tous les dix jours jusqu'à 20 jours de la cueillette.	160 g	(1)
BENLATE (50)	Nèfle	Novembre	60 g	(1)
BENOMYL (50)	Abricot	3 traitement durant la pé- riode de végétaion	—	—
CAPTANE (60)	Cucurbitacées	Mai ; 1 fois tous les 10 jours.	30 g	45 g
	Abricot	3 traitements durant la période de végétation	250 g	(1)
	Nèfle	Novembre	300 g	(1)
(CARBATENE) (+ MANEBE)	Abricot	3 traitements durant la période de végétation	250 g	(1)
CHINOMETHIO- NATE (25)	Cucurbitacées	id.	40 - 50 g	30 - 40 g
	Poivron, tomate	Juillet	40 g	30 g
Composés du cuivre (50)	Tomate, pomme de terre	Février, avril, novembre	500 g	750 g
DIAZINON (20)	Légumes	Décembre	125 ml	(1) ou 75 ml
DIELDRINE (20)	Olive	Mai, juin, octobre	700 ml	(1)
DIEMETHOATE (40)	Vigne et arbres frui- tiers	Hiver	1, 2 l	1, 8 l
DOUGADINE (50)	Poire	Avril	150 g	300 g
FENITROTHION (50)	Poire, pomme, coing	Avril, une fois par di- zaine jusqu'à 20 J de la cueillette	100 g	(1)
LINDANE (50)	Olive	Mai, juin, octobre	300 ml	(1)
LINDANE (2)	Nématodes des lé- gumes	Septembre	—	1,5 hg
MALATHION (50)	Abricot, pêche	Juin, décembre	200 ml	(1) ou 300 ml
MANCOZEBE (80)	Abricot	3 traitements durant la période de végétation	—	(1)
	Pomme de terre	Février, avril, novembre	200 g	480 g
	Poire	Avril, mai	200 g	(1)
MANEBE (80)	Tomate, pomme de terre	Février, avril, novembre	250 g	600 g
METHIDATHION (40)	Arbres fruitiers, lé- gumes et oliviers	Hiver-printemps	150 g	(1) ou 90 g
MEVINPHOS (10)	Melon	Juin, juillet	400 ml	120 ml
	Artichaut	Juin, décembre	500 ml	150 ml

NALED (64,5)	Melon	Juin, juillet	100 ml	200 ml
OLEO PARATHION (3) PARATHION (10)	Arbres fruitiers, légumineux, oliviers	Mai, septembre	1,5 l	(1) ou 135 ml
	Arbres fruitiers, légumineux	Mars, avril	200 g	(1) ou 60 g
	Nématodes des arbres fruitiers	Une fois par dizaine jusqu'à 20 J de la cueillette	200 g	(1) ou 60 g
	Melon	Juin, juillet	200 g	60 g
	Artichauts	Décembre	125 g	40 g
	Olivier	Avril	Pulvérisation	3 - 4 g-arbre
PHOSPHAMIDON (20)	Nématode des légumes	Septembre	Pulvérisation	200 g
	Olivier	Avril	100 - 150 g	(1)
PROPINEBE (70)	Pomme de terre	Février, avril, novembre	300 g	630 g
	Poires	Avril, mai	300 g	(1)
	Nèfle	Novembre	300 g	(1)
SEVIN (85)	Arbres fruitiers	Mars, avril	100 g	(1)
Composé du soufre	Vigne, cucurbitacées, tomate	Avril, mai Mai, juillet		35 - 40 g 15 - 20 g 35 - 40 g
				(1)
THIRANE (80)	Abricot, pêche	Février, avril	250 g	(1)
	Poire, nèfle	Novembre	250 g	(1)
TRICHLORFON (80)	Abricot, pêche	Juin, décembre	125 g	(1)
ZINEBE (90)	Pêche	Mars	200 g	(1)
	Poire	Avril, Mai	200 g	(1)
BENZOYL-PROP Ethyl (20)			1, 2 l	2 l
CHLORTOLURON (80)			2, 4 kg	2 kg
2,4-D Composés (60-80)			750 à 1500 ml	250 - 500 ml
IOXNIL + MECRO-PROP (100 + 100)			120 + 360 g	40 + 120 g
MCPA (40)			800 ml	0,66 l
MCPB (40)			2 kg	1,33 kg
METHABENZ-THIAZURON (70)			2,8 - 3,5 kg	1,5 kg
METOXURON (80)			4 kg	1,66 kg

(1) Lorsque le produit sert à traiter les arbres, le taux d'application par unité de surface n'est pas indiqué.