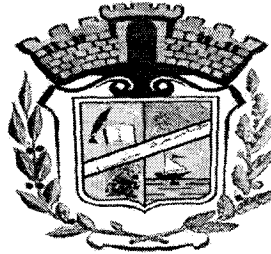


Université de Jijel  
Faculté des Sciences Exactes et des  
Sciences de la Nature et de la Vie  
Département: Biologie Animale et Végétale

جامعة جيجل  
كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة و الحياة  
قسم : البيولوجيا الحيوانية و النباتية



M. T. E. C. N. V. 0210  
/

**Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme : Master  
Option : Toxicologie de l'environnement



**Thème**

***Cartographie de la pollution de l'air au-dessus de  
la zone côtière de Jijel à partir des images  
satellites***

**Jury :**

Président : M<sup>r</sup> Sebti. M  
Encadreur : M<sup>r</sup> Boudjelal. F  
Examineur : M<sup>r</sup> Hamimeche. M

**Présenté par :**

-Laib Nadjet  
Benmeriouma Nadia



Numéro d'ordre :

Session: juin 2011

# DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes chers parents ALL et NOARA qui m'ont courage tout a long de  
mon parcours scolaire, et pour le soutien qu'ils, tout jour apporté*

*A mes frères et sœurs : Rabia, Dalila, Farouk, Fares, Amar, Hamou,  
Mohammed, et Rima*

*A Abdelhafid, Widad et Amel*

*A mon fiancé qui m'a courage tout à long de ce travail "Mohammed"*

*A tout la famille, A tous mes amis Charikane Hassina Nawel, A toute la  
promotion Toxicologie de l'environnement, a tous ceux qui occupent une place  
dans mon cœur...*

*LAIB.N*

# DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail à mes chères parents qui  
mon aïdés a mère qui a sacrifié sa vie pour m'enseigner  
a mon père décidé (رحمه الله).*

*A mes frères RACHID, AZEDINE, MOHAMED et  
RADUANE. A mes chères sœurs : NACIRA, LEILA et  
ZOHRA. A tout la famille.*

*Une dédicace particulière à DOHA.*

*A tout mes amis que j'ai rencontrés au cours de la  
formation (AMEL, MASSAUODA, SOMIA, WIDADE  
et CHAHRAZED).*

*A toute la promotion Toxicologie de l'environnement, a  
tous ceux qui occupent une place dans mon cœur...*

*NADIA.*

## *Remerciements*

*Au terme de ce travail nous remercions tous d'abord nos DIEU le tous puissant et le courage pour accomplir ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciement les plus vifs et notre profonde gratitude a notre encadreur M<sup>r</sup>: Boudjelal F qui a bien voulu diriger ce travail, malgré ses nombreuse occupation il fut toujours prête à nous assister par ses critique, et précieux conseils.*

*Nous remercions vont également a M<sup>r</sup> sebti. M, et M<sup>r</sup> Hamimeche. M, pour avoir honore en acceptant de juger ce manuscrit.*

*En fin nos remerciement vont a tous les collègues de la promotion 2011 de Éco toxicologie ainsi qui a tous nos amis (es) des promotions de l'écologie sans oublier tous les amis(es) pour leur soutien moral et leur aide.*

*A tous ceux qui n'ont cesse de nous apporter leurs encouragement et leurs soutiens.*

*Merci*



*Sommaire*

<b>Introduction.....</b>	<b>01</b>
--------------------------	-----------

## **CHAPITRE I : POLLUTION DE L’AIR ET TELEDETECTION**

I-1-Pollution de l’air.....	02
I-1-1-Définition de l’air.....	02
I-1-2-Composition de l’air.....	02
I-1-2-1-Composants gazeux.....	02
I-1-2-2-Hydrométéores.....	02
I-1-2-3-Aérosols.....	03
I-1-3-Pollution atmosphérique.....	03
I-1-3-1-Définition.....	03
I-1-3-2-Sources de la pollution de l’air.....	03
I-1-3-2-1-Sources anthropiques.....	03
I-1-3-2-2-Sources naturelles.....	04
I-1-3-3-Paramètres influant sur la dispersion des polluants.....	06
I-1-3-3-1-Vent.....	06
I-1-3-3-2-Température de l’air.....	07
I-1-3-3-3-turbulence atmosphérique.....	07
I-1-3-3-4-Rugosité et revêtement du sol.....	07
I-1-4-Propriétés optiques de l’air.....	07
I-1-4-1-Réflectance.....	07
I-1-4-2-Diffusion.....	07
I-1-4-2-1-Diffusions de Rayleigh.....	07
I-1-4-2-2-Diffusion de Mie.....	08
I-1-4-2-3-Diffusion non sélective.....	08
I-1-4-3-Absorption.....	08
I-1-4-3-1-Absorption par les molécules gazeuses.....	08
I-2-Téledétection.....	10
I-2-1-Généralités sur la téledétection.....	10
I-2-2- Méthodes de téledétection.....	10
I-2-3- Principes de la téledétection.....	11
I-2-4-Avantages de téledétection.....	12
I-2-5-Images satellitaires.....	12
I-2-6-Satellite d’observation MODIS.....	13
I-2-6-1-Définition.....	13
I-2-6-2-Bandes de MODIS.....	14

## **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**

II-1- Description de la zone d’étude.....	15
II-1-1-Situation géographique.....	15
II-1-2- Climatologie.....	15
II-1-2-1-Température.....	15
II-1-2-2-Précipitations.....	16
II-1-2-3-Vents.....	16

II-1-3- Pollution atmosphérique au-dessus de Jijel.....	16
II-1-3-1-Pollution due au trafic automobile.....	16
II-1-3-2-Pollution industrielle.....	17
II-2-Méthodologie.....	17
II-2- 1-Origines et type d'images satellitaires.....	18
II-2- 2-Logiciels.....	18
II-2-3-Méthode de téléchargement des données pour séries temporelles des aérosols	18
II-2-4-Méthode de traitement des images.....	21

### **CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION**

III-1-Résultats.....	26
III-1-1-Analyse et interprétation.....	26
III-1-1-1-Analyse des séries temporelles d'épaisseur optiques des aérosols à 550nm à partir des images MODIS et MISR.....	26
III-1-1-2-Analyse des cartes d'épaisseurs optiques des aérosols PM2.5 à partir des images MODIS.....	38
III-2-Discussion.....	43
Conclusion générale.....	44
<b>Références bibliographique</b>	
<b>Annexe</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau01:</b> Composition principale de l'air.....	02
<b>Tableau02:</b> Polluants atmosphériques et leurs effets sur la santé.....	06
<b>Tableau03:</b> Principales bandes d'absorption (en $\mu\text{m}$ ) par les molécules gazeuses...	10
<b>Tableau04:</b> Bandes spectrales de MODIS.....	14
<b>Tableau05:</b> Moyenne mensuelle de la température [ $^{\circ}\text{C}$ ] entre 2004 et 2008.....	16
<b>Tableau06:</b> Moyennes mensuelles de précipitation en [mm] dans la wilaya De Jijel.....	16
<b>Tableau 07:</b> Déchets générés par les installations classées au niveau de la wilaya de Jijel.....	17



## Liste de figures

<b>Figure 01:</b> Influence de l'atmosphère sur le rayonnement solaire direct.....	09
<b>Figure 02:</b> Etapes de la télédétection.....	12
<b>Figure 03:</b> Situation géographique de la zone d'étude telle qu'elle a été visualisée par le logiciel Giovanni.....	15
<b>Figure 04:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2000 extraites à partir d'images MODIS.....	27
<b>Figure 05:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2000 extraites à partir d'images MISR.....	28
<b>Figure 06:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2001 extraites à partir d'image MISR.....	28
<b>Figure 07:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2003 extraites à partir d'images MODIS.....	29
<b>Figure 08:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2003 extraites à partir d'images MISR.....	30
<b>Figure 09:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2004 extraites à partir d'images MODIS.....	30
<b>Figure 10:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2004 extraites à partir d'images MISR.....	30
<b>Figure 11:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2005 extraites à partir d'images MODIS.....	31
<b>Figure 12:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2005 extraites à partir d'images MISR.....	31
<b>Figure 13:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2006 extraites à partir d'images MODIS.....	32
<b>Figure 14:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2006 extraites à partir d'images MISR.....	32
<b>Figure 15:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2007 extraites à partir d'images MISR.....	33
<b>Figure 16:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2007 extraites à partir d'images MODIS.....	33
<b>Figure 17:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2008 extraites à partir d'images MODIS.....	34

<b>Figure 18:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2009 extraites à partir d'images MODIS.....	34
<b>Figure 19:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2010 extraites à partir d'images MODIS.....	35
<b>Figure 20:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour les années 2006,2007et 2008 extraites à partir d'images MODIS.....	36
<b>Figure 21:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour les années 2000 à 2010 extraites à partir d'images MODIS.....	36
<b>Figure 22:</b> Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour les années 2000 à 2010 extraites à partir d'images MISR.....	37
<b>Figure 23:</b> Corrélation entre épaisseurs optiques pour fines et grosses particules à 550nm, pour la période 2000 à 2007 au-dessus de Jijel (moyennes mensuelles).....	38
<b>Figure 24:</b> Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5 restituées de MODIS Aqua au dessus de Jijel pour le 15 février 2007.....	39
<b>Figure 25:</b> Histogramme représentant les statistiques de la carte des concentrations de la PM 2.5 pour le 15 février 2007.....	39
<b>Figure 26:</b> Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5 restituées de MODIS Aqua au dessus de Jijel pour le pour le 13 M2007.....	40
<b>Figure 27 :</b> Histogramme représentant les statistiques de la carte des concentrations de la PM 2.5 pour le 13 mai 2007.....	40
<b>Figure 28:</b> Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM 2.5 restituées de MODIS Aqua au dessus de Jijel pour le 26 aout 2007.....	41
<b>Figure 29 :</b> Histogramme représentant les statistiques de la carte des concentrations de la PM 2.5 pour le 26 aout 2007.....	41
<b>Figure 30:</b> Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5 restituées de MODIS Aqua au dessus de Jijel pour le 19 novembre 2007.....	42
<b>Figure 31 :</b> Histogramme représentant les statistiques de la carte des concentrations de la PM2.5 pour le 19 novembre 2007.....	42

## Abréviations

**AOT:** Aerosol Optical Thiknesse.

**CCT:** Centre Canadien de Télédétection.

**CERTU:** Le Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme.

**CFC:** Chlorofluorocarbures.

**COV:** Composés Organiques Volatils.

**g/l :** gram par litre.

**GES-DISC:** Goddard Earth Sciences données et des services d'information Center

**LAURE:** Loi sur l'Air et l'Utilisation Rational de l'Energie.

**$\mu\text{g}/\text{nm}^3$ :** microgramme par nanomètre cube.

**MISR:** Multiangle Imaging Spectro Radiometre.

**MNP:** netherland envirommental assessment agency

**MODIS:** Satellite d'observation de la terre, la mer et de l'atmosphère.

**ONM:** Office National de Météorologie.

**PAH:** Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.

**PM:** Matière Particulaire.

**R:** coefficient de corrélation.

**NASA:** Nationale Acronauties and Space Administration.

**SRAS:** Service de Recherche et Application Spatiale.

**T :** Tonne.

**Ø:** Diamètre.

**$\lambda$ :** Longueur d'onde.





# *Introduction*

## Introduction

L'un des problèmes majeurs de cette fin de siècle est la pollution atmosphérique, fort utilisé de nos jours le terme pollution recouvre bien des notions et qualifie une multitude d'actions qui dégradent l'environnement, ce vocable désigne sans aucune ambiguïté les effets de l'ensemble des composés toxiques libérés par l'homme dans la biosphère, à l'opposé, son emploi paraît moins évident lorsqu'il concerne des substances inoffensives pour les êtres vivants, par fois même favorables à ces dernières lorsqu'elles peuvent exercer une action perturbatrice dans les écosystèmes pollués du fait de leur trop grosses concentrations (**Ramade, 2000**).

L'étude de la qualité de l'air s'est largement diversifiée pour une meilleure connaissance du phénomène de pollution et de lutte contre la pollution atmosphérique. La qualité de l'air est aujourd'hui un problème multidisciplinaire qui mobilise autant les spécialistes épidémiologiques, les spécialistes en modélisation des transports, en émission et transformation des polluants, les spécialistes en systèmes géographiques et en télédétection que les autorités locales et les industriels.

Pour contrôler la pollution de l'air, la télédétection joue un rôle essentiel car elle fournit des données spatiales à fréquence élevée pour le suivi spatiotemporel du milieu naturel. Son utilisation est très prometteuse car elle permet de couvrir une superficie importante rapidement et à peu de frais par comparaison aux méthodes physicochimiques.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la pertinence des informations apportées par les images satellitaires MODIS et des images MISR dans le cadre de la surveillance de la pollution de l'air dans la zone côtière de Jijel.

Pour arriver à notre objectif on a subdivisé notre travail en trois parties :

- ✓ La première partie est une synthèse bibliographique comportant des généralités sur la pollution de l'air et même sur la télédétection.
- ✓ La deuxième partie comportant une présentation de la zone d'étude évoque le matériel et la méthodologie principale utilisée pour le téléchargement des images MODIS ainsi que leur traitement à l'aide du logiciel SeaDAS.
- ✓ Le troisième chapitre est consacré aux résultats obtenus et leur interprétation illustrée.
- ✓ Et enfin on terminera par une conclusion générale.



*Chapitre I*  
*Pollution de l'air et*  
*Téledétection*

## I-1-Pollution de l'air

### I-1-1-Définition de l'air

L'air atmosphérique est considéré comme un mélange d'air sec et de vapeur d'eau, ce qui souligne le rôle particulier joué par ce dernier constituant. L'air sec est lui-même un mélange de plusieurs gaz dans des proportions pratiquement constantes dans toute la partie de l'atmosphère qui est concernée par les phénomènes météorologie (Gérard, 1999).

### I-1-2-Composition de l'air

L'atmosphère se décompose en trois groupes : les molécules d'air sec et les gaz permanents, le contenu en eau et les aérosols.

#### I-1-2-1-Composant gazeux

La composition gazeuse principale de l'air est résumée dans le tableau 01.

**Tableau 01:** Composition principale de l'air (Gérard, 1999).

Gaz constituants	Concentration volumique (%)
Gaz principaux	
Azote (N <sub>2</sub> )	78,09
Oxygène (O <sub>2</sub> )	20,95
Argon (A)	0,93
Anhydride carbonique (CO <sub>2</sub> )	0,035
Gaz traces	
Néon (Ne)	1,8.10 <sup>-3</sup>
Hélium (He)	5,24.10 <sup>-4</sup>
Méthane (CH <sub>4</sub> )	1,7.10 <sup>-4</sup>
Krypton (Kr)	1,0.10 <sup>-4</sup>
Hydrogène (H <sub>2</sub> )	5,0.10 <sup>-5</sup>
Xénon (Xe)	8,0.10 <sup>-6</sup>
Ozone (O <sub>3</sub> )	1,0.10 <sup>-6</sup>
Oxyde nitreux (N <sub>2</sub> O)	3,1.10 <sup>-8</sup>
Radon (Rn)	6,0.10 <sup>-18</sup>

#### I-1-2-2-Hydrométéores

Dans l'atmosphère l'eau est le seul corps que l'on rencontre sous les trois états de la matière, gaz (vapeur d'eau), liquide (les goutteles), solides (les cristaux de nuage), d'autre corps solides comme poussières, sont présents en quantité variable (Tableau, 2004).

### **I-1-2-3-Aérosols**

Les aérosols sont des particules liquides ou solides en suspension dans l'air de taille 0,001 à 10 microns environ d'origine et de nature variées. Les principales familles d'aérosols sont : les aérosols d'acide sulfurique liés en majeure partie aux éruptions volcaniques; les aérosols marins produits par les océans; les aérosols désertiques constitués par des poussières minérales; les aérosols anthropiques liés à la pollution urbaine ou aux feux de végétation et les aérosols résultants de transformations chimiques (Ung, 2003).

### **I-1-3-Pollution atmosphérique**

#### **I-1-3-1-Définition**

-Pour le conseil de l'Europe (mars 1968) « il y a pollution de l'air lorsque la présence d'une substance étrangère ou une variation importante dans les proportions de ses composants est susceptible de provoquer un effet nocif, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ou de créer une nuisance ou une gêne ».

- La pollution atmosphérique signifie donc la présence indésirable d'impuretés ou l'élévation "anormale" de la proportion de certains constituants de l'atmosphère (Girard et Girard, 1999).

-La pollution de l'air est le transfert de quantités nocives, de matériaux naturels et synthétiques dans l'atmosphère. Comme conséquence des activités humaines les pollutions peuvent être ajoutées directement dans l'air (pollution primaire) où elles peuvent être créées dans l'air (pollution secondaire) sous l'influence des radiations solaires (Mackenzi et al, 2000).

-Le problème est à la fois qualitatif (introduction dans l'air d'une substance n'y existant pas à l'état naturel) et quantitatif (augmentation de la concentration dans l'air d'une substance qui y est déjà présente naturellement) (Viala et botta, 2005).

#### **I-1-3-2-Sources de la pollution de l'air (Masclet, 2005).**

##### **I-1-3-2-1-Sources anthropiques**

###### **➤ Oxyde de soufre SO<sub>2</sub>**

Une des principales sources de pollution est l'émission de SO<sub>2</sub> par la combustion de combustibles fossiles, tels que le charbon et les fiouls lourds, 60% du SO<sub>2</sub> sont émis par le charbon, 30% par les fiouls lourds et 10% par les autres sources.

###### **➤ Oxydes d'azote NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>)**

Le monoxyde d'azote NO est produit lors des combustions à haute température (1200°K) par la recombinaison des deux principaux éléments de l'air :  $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$

De petites quantités de NO<sub>2</sub> sont émises simultanément ainsi que des traces d'acide nitriques. Les émissions globales de NO<sub>x</sub> sont proches de celles du SO<sub>2</sub>, mais en constante augmentation, en



raison de la forte augmentation du parc automobile, les véhicules automobile constituant la principale source d'oxyde d'azote.

➤ **Particules en suspension**

Toutes les sources de pollution émettent des particules. Celles-ci ont des tailles très variables, les grosses particules (taille > 2,5 µm) ne sont pas dangereuse pour la santé car elles sont éliminés dans le système respiratoire. Les très fines particules aussi. Les particules de taille comprise entre 0,2 et 0,5 µm sont inhalées. On les appelle « particules respirables ». Elles sont dangereuses car elles contiennent souvent des substances toxiques ou cancérigènes et se fixent dans les branches, provoquent des bronchites et des cancers du poumon.

➤ **Monoxyde de carbone**

Le CO est un produit de combustion incomplète. Il est principalement émis par les véhicules à essence (75%). Les autres sources sont les équipements agricoles (7%), les processus industriels (9%), les incinérateurs de déchets (7%) et les avions (2%). Ce composé est très toxique mais, comme il s'oxyde dans l'air en CO<sub>2</sub>-non toxique-, il ne constitue un danger que dans les locaux fermés. On le trouve peu dans l'atmosphère.

➤ **Hydrocarbures non méthaniques**

Plus de 40% des hydrocarbures proviennent des véhicules, 25% sont produits lors du raffinage du pétrole et 25% sont constitués de solvants rejetés par les industries et reste (10%) provient des activités agricoles ces composés primaires sont aussi appelés composés organiques volatiles. Ils sont à l'origine de la plupart des réactions atmosphériques.

➤ **Plomb**

Jusqu'à ce jour, la combustion de l'essence reste la plus grande source émettrice de plomb. Le plomb était présent, dans l'essence, sous forme de tétra éthyle plomb qui est un antidétonant. Dans atmosphère 75% du plomb est gazeux et émis sous forme d'halogénure de plomb. 25% sont émis sous forme des particules dont près de la moitié se trouve sous forme de fines particules (0,5 µm) qui restent en suspension dans l'atmosphère, l'autre moitié est émis sous forme de grosses particules retombant au sol.

**I-1-3-2-2-Sources naturelles**

➤ **Composés soufrés** le soufre naturelle provient de trois sources :

- L'activité volcanique (SO<sub>2</sub>).
- Le pétillage marin (H<sub>2</sub>S).
- Les émissions biogéniques.

➤ **Composés azotés** les sources naturelles de l'azote sont :

- Combustion de la biomasse sous forme NO et NO<sub>2</sub>.

- Injection d'ammoniac  $\text{NH}_3$ .
- Eclairs durant les orages produisant du  $\text{NO}$ .
- Dénitrification des sols émettant du  $\text{NO}_2$ .

➤ **Matière particulaire**

- ✓ -Particules terrigènes

Elles sont de grosse taille ( $>1\mu\text{m}$ ). Ces particules proviennent de la croûte terrestre, elles sont arrachées mécaniquement du sol sous l'effet du vent. Ce sont souvent des particules minérales, l'aluminium et le silicium sont les composants majeurs, ils proviennent des argiles et des sables, le manganèse et le fer sont aussi très présents.

- ✓ -Particules biogéniques

Elles sont émises par les plantes et les arbres. Il peut aussi s'agir de débris de végétaux. Elles comportent surtout des composés organiques.

- ✓ Particules marines

Elles sont produites par l'éclatement des bulles dans les vagues déferlantes. Ces particules ont des diamètres assez variables. Les aérosols marins contiennent des électrolytes tels que :  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{Ca}^{++}$ , mais la part de la matière organique n'est pas négligeable.

- ✓ Particules de combustion

Elles sont produites par les feux de biomasse et sont aussi constituées essentiellement de matière carbonée.

➤ **Monoxyde de carbone**

Le  $\text{CO}$  provient de l'oxydation photochimique du méthane qui est l'hydrocarbure naturel le plus abondant. Il provient aussi des émissions directes par les plantes et de l'activité biologique des océans.

Le tableau 02 représente les deux types de pollution de l'air .

**Tableau 02 : Polluants atmosphériques et leurs effets sur la santé (Friedrich et al, 2001).**

Polluants primaires	Polluants secondaires	Effets
<b>particules</b> (PM10, PM2.5)		<b>morbidité</b> cardio-pulmonaire (admissions à l'hôpital pour troubles cérébro-vasculaires, insuffisance cardiaque congestive, bronchite chronique, toux chronique chez les enfants, symptômes sur les voies respiratoires inférieures, toux chez les asthmatiques) <b>mortalité</b> : réduction de l'espérance de vie due à l'exposition à court et long terme
<b>SO<sub>2</sub></b>		<b>morbidité</b> cardio-pulmonaire (hospitalisation, consultation chez le médecin, asthme, arrêt maladie, activité restreinte), <b>Mortalité</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>sulfate</b>	comme les particules
<b>NO<sub>x</sub></b>		<b>morbidité</b> (respiratoire, irritation oculaire )
<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>nitrate</b>	comme les particules
<b>NO<sub>x</sub>+VOC</b>	<b>azote</b>	<b>morbidité</b> (admissions à l'hôpital pour troubles respiratoires, journées d'activité restreinte, crises d'asthme, journées à symptômes), <b>mortalité</b>
<b>PAH</b>		<b>Cancer</b>
<b>CO</b>		<b>morbidité</b> (cardio-vasculaire), <b>mortalité</b> (insuffisance cardiaque congestive)
<b>dioxine</b>		<b>Cancer</b>

### I-1-3-3-Paramètres influant sur la dispersion des polluants

#### I-1-3-3-1-Vent

Est l'un des paramètres météorologiques les plus importants pour le transport et la dispersion des polluants, il intervient à toutes les échelles tant par sa direction que par sa vitesse. L'influence du vent sur la pollution atmosphérique est très variable selon la position de la source. Généralement la vitesse du vent augmente avec l'altitude. Au fur et à mesure que les polluants s'élèvent, la dispersion est facilitée par le vent. Plus le vent est fort, plus les niveaux de pollution seront bas. En revanche, un vent de faible vitesse favorise l'accumulation locale des polluants (Diaf et al, 2003).

### **I-1-3-3-2-Température de l'air**

Modifie les conditions de dispersion des polluants. Le froid diminue la volatilité de certains gaz et donc limite leur dispersion tandis que la chaleur estivale et le rayonnement solaire favorisent la formation de l'ozone (CERTU, 2009).

### **I-1-3-3-3-Turbulence atmosphérique**

Est un phénomène ayant deux origines distinctes (thermique et mécanique) qui consiste en une irrégularité dans les mouvements du vent et provoque la dispersion des polluants dans l'air (CERTU, 2009).

### **I-1-3-3-4-Rugosité et revêtement du sol**

La rugosité et le revêtement du sol influencent l'écoulement des flux gazeux, donc la turbulence des masses d'air et par conséquent, la dispersion des polluants. Un sol rugueux augmente la turbulence et stimule le dépôt des particules par capture aérodynamique. Le type de couverture du sol influence la quantité de polluants éliminés par dépôt sec. Pour les particules, le revêtement joue un rôle important (érosion des sols, remise en suspension des particules déposées, ...) (Diaf et al, 2003)

### **I-1-4-Propriétés optiques de l'air**

#### **I-1-4-1-Réfectance**

C'est le taux de luminance renvoyé par l'objet, ainsi la neige a une réflectance proche de 90%, c'est-à-dire qu'elle renvoie 90% de lumière qu'elle reçoit (Fargion et Mueller, 2000).

#### **I-1-4-2-Diffusion**

Selon Antoine (1998), la diffusion est possible grâce aux fluctuations de densité du milieu, sans ces fluctuations il y aurait annihilation par interférence des rayonnements émis par les molécules.

Ce phénomène correspond à l'action des molécules et particules (gouttelettes d'eau, poussières, fumées...) sur les longueurs d'onde, le diamètre des particules est de

1 à 500 nm : noir de charbon, sulfates, nitrates...

0,5 à 50 µm : fumées industrielles, brouillard, poussières...

10 à 100 µm : pollens, cendres...

20 à 300 µm : nuages, brume...

0,5 à 5 mm : gouttes de pluie... (Girard et Girard, 1999).

#### **I-1-4-2-1-Diffusions de Rayleigh**

Elle est due à l'interaction des photons avec les molécules gazeuses des couches supérieures de l'atmosphère dont la taille est très inférieure à la longueur d'onde ( $\lambda \ll \lambda$ ). En 1899 Rayleigh a montré que l'intensité de la lumière diffusée dans une direction particulière était inversement proportionnelle à la puissance quatrième de la longueur d'onde (Jacquemoud, 2006).

### I-1-4-2-2-Diffusion de Mie

Elle est due à l'interaction des photons avec des particules dont le rayon moyen oscille entre 0,1 et 10 fois la longueur d'onde du rayonnement. En 1869 John Tyndall avait observé que la couleur bleutée s'évanouissait si la taille des particules dépassait un diamètre de 0,3  $\mu\text{m}$  (Girard et Girard, 1999).

La diffusion de Mie due aux aérosols en suspension dans l'air (Poussières, micro gouttelettes d'eau) particulièrement importante près des sites industriels (Jacquemoud, 2006).

### I-1-4-2-3-Diffusion non sélective

Elle se produit lorsque les particules (hydrométéores et poussière) sont beaucoup plus grosses que la longueur d'onde du rayonnement ( $\varnothing \gg \lambda$ ). Les lois de l'optique géométrique s'appliquent alors. Prenons le cas d'une goutte d'eau : une fraction du rayonnement incident est réfléchi, l'autre réfractée. Dans la goutte, la lumière peut être absorbée ou subir des réflexions multiples avant d'émerger. Les gouttes d'eau de l'atmosphère dispersent toutes les longueurs d'onde de façon presque égale, ce qui produit un rayonnement blanc. Ceci explique pourquoi le brouillard et les nuages nous paraissent blancs. Dans la réalité, les propriétés radiatives des nuages dépendent de la taille des particules et de leur nombre par unité de volume (Jacquemoud, 2006).

La diffusion atmosphérique augmente la réflectance observée en haut de l'atmosphère.

### I-1-4-3-Absorption

Au cours de leur pénétration dans l'atmosphère, les photons entrent en collision avec les molécules gazeuses et sont progressivement absorbés à diverses longueurs d'onde (tableau 03). Dans l'ultraviolet certaines molécules sont dissociées par photolyse ou photodissociation. Ce phénomène est provoqué par l'absorption d'un photon possédant une énergie suffisante pour conduire la molécule à un état électronique excité puis finalement à une rupture de liaison.

#### I-1-4-3-1-Absorption par les molécules gazeuses (Jacquemoud, 2006).

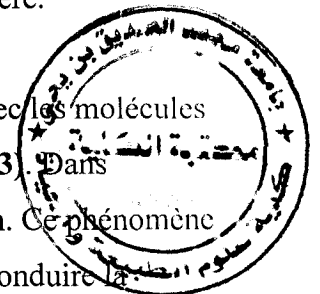
Les molécules les plus importantes dans le processus d'absorption sont :

➤ **Oxygène ( $\text{O}_2$ ) et dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ )**

Uniformément mélangés dans l'atmosphère et en quantité constante. La contribution de  $\text{O}_2$  est très forte autour de 0,7  $\mu\text{m}$ . Celle du  $\text{CO}_2$  a lieu au delà de 1  $\mu\text{m}$  et surtout dans l'infrarouge thermique où ce gaz joue un rôle dans l'effet de serre.

➤ **Vapeur d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ )**

Principalement localisée dans la troposphère et dont la quantité varie grandement d'un endroit à l'autre et d'un moment à l'autre de l'année. Elle présente plusieurs bandes d'absorption importantes aux longueurs d'onde supérieures à 0,7  $\mu\text{m}$ . En particulier elle absorbe une bonne partie du rayonnement infrarouge de grandes longueurs d'onde émis par la terre.

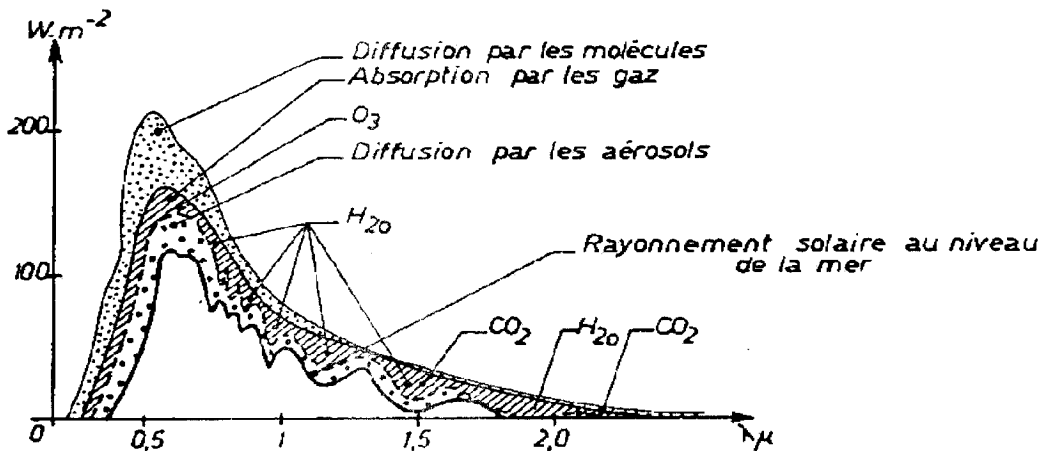


➤ **Ozone (O<sub>3</sub>)**

Présent dans la troposphère et dans la stratosphère. L'ozone stratosphérique (90%), situé autour de 18 km, présente une faible bande d'absorption entre 0,55  $\mu\text{m}$  et 0,65  $\mu\text{m}$  et une très forte absorption du rayonnement ultraviolet.

➤ **Méthane (CH<sub>4</sub>), monoxyde de carbone (CO), protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et les chlorofluorocarbures (CFC)**

Qui possèdent des bandes d'absorption dans l'infrarouge thermique. Moins abondants que la vapeur d'eau ou le dioxyde de carbone, ces constituants ont un pouvoir de piégeage du rayonnement des centaines ou des milliers de fois supérieur dans la mesure où leurs bandes d'absorption sont situées à des longueurs d'onde différentes de celles de H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>.



**Fig. 01 :** Influence de l'atmosphère sur le rayonnement solaire direct.

L'ozone absorbe les longueurs d'onde en deçà de 290 nm et provoque une faible atténuation à 600 nm. L'oxygène a une bande d'absorption intense mais très étroite à 760 nm. Du proche infrarouge à l'infrarouge thermique, la vapeur d'eau, le gaz carbonique et le méthane sont principalement responsables de l'absorption atmosphérique. Pour une faible hauteur zénithale du soleil, l'épaisseur d'atmosphère traversée par le rayonnement solaire est grande, le rayonnement solaire direct est faible (Girard et Girard, 1999).

**Tableau03** : Principales bandes d'absorption (en  $\mu\text{m}$ ) par les molécules gazeuses (**Jacquemoud, 2006**).

Molécules gazeuses	Principales bandes d'absorption (en $\mu\text{m}$ )
O <sub>2</sub>	0,175-0,2 (bandes de Schumann-Runge)   0,2-0,26 (bandes de Herzberg)/0,6281/ 0,688   0,762   1,06   1,27   1,58
H <sub>2</sub> O	0,72   0,82   0,94   1,1   1,38   1,87   2,7-3,2   6,25   >14
CO <sub>2</sub>	1,4   1,6   2,0   2,7   4,3   >15
CH <sub>4</sub>	1,66   2,2   2,3   2,37   3,26   3,31   3,53   3,83   3,55   7,65
N <sub>2</sub> O	2,87   2,97   3,9   4,06   4,5
CO	2,34   4,67
O <sub>3</sub>	0,242-0,31 (bandes de Hartley)   0,31-0,4 (bandes de Huggins) 0,4-0,85 (bandes de Chappuis)   3,3   4,74

## I-2-Télédétection

### I-2-1-Généralités sur la télédétection

La télédétection est "l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci".

Elle utilise les propriétés d'émission ou de réflexion de rayonnement des ondes électromagnétiques par les objets. La télédétection est le plus souvent appliquée à l'observation de la terre, mais peut aussi concerner d'autres planètes, étoiles, galaxies (**Girard et Girard, 1999**).

La télédétection est la science et l'art d'obtenir des informations sur un objet, des surfaces ou un phénomène par l'analyse des données acquises par un dispositif qui n'est pas en contact avec l'objet, la surface, ou le phénomène étudié (**Pascal, 2006**).

### I-2-2-Méthodes de télédétection

Les méthodes de télédétection sont des méthodes d'observation à distance qui permettent de s'affranchir de l'échantillonnage et des risques artefacts de prélèvement associés. Elles reposent sur la mesure de l'interaction entre les particules et un rayonnement électromagnétique et donnent ainsi accès à des propriétés optiques ou aux paramètres qui les contrôlent (distribution en taille et indice de réfraction).

La télédétection est dite passive lorsqu'elle repose sur le rayonnement naturel, et active lorsqu'elle utilise une source artificielle de lumière. Les méthodes passives fournissent une information sur les particules qui est intégrée le long du trajet optique entre la source de rayonnement et le détecteur.

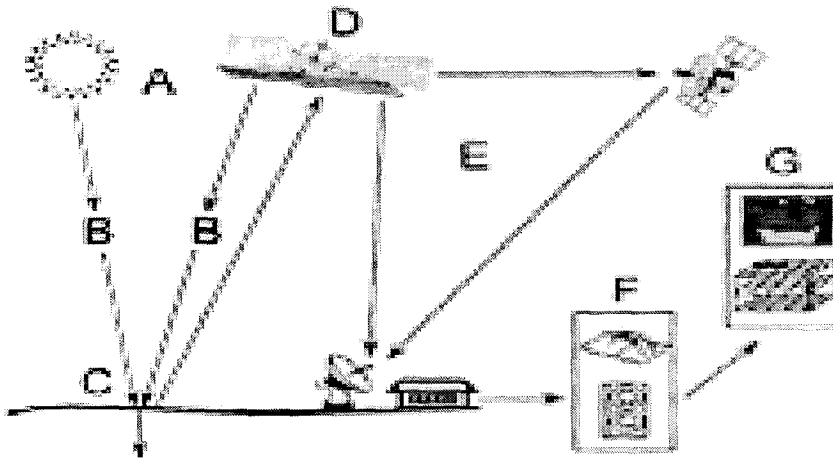
Elles sont intrinsèquement limitées par la présence de nuages. Grâce aux méthodes actives à base de lasers, le rayonnement émis peut être plus intense et permettre de traverser des nuages peu épais. De plus il est possible avec les lasers pulsés d'obtenir un profil de mesures le long du trajet optique, en exploitant les temps écoulés entre l'émission et le retour du signal. C'est la technique lidar (light detection and ranging). Grâce à la télédétection, les aérosols peuvent aussi être observés depuis l'espace (**Girard, 2004**).

### **I-2-3-Principes de la télédétection (CCT)**

Les étapes suivantes émanant du Centre Canadien de Télédétection (CCT), résument les processus de la télédétection de A à Z (**fig. 02**)

- 1. Une source d'énergie ou d'illumination (A)** .En télédétection dite passive, le soleil constitue la principale source d'énergie. En télédétection dite active, la source est fabriquée par l'homme.
- 2. Interactions entre le rayonnement et l'atmosphère tout au long du trajet source-cible et cible-capteur (B).**
- 3. Interactions avec la cible (C)** : Ces interactions sont de trois types : la transmission, la réflexion et l'absorption. L'émission est à considérer comme un phénomène à part.
- 4. Enregistrement du signal par le capteur (D)** : Le capteur enregistre le signal reçu.
- 5. Transmission, Réception, et Traitement (E)** : Le satellite transmet les signaux vers des stations de réception au sol ou à des satellites relais. Au niveau de ces stations, les informations sont décodées et enregistrées sous forme d'images ou de photographies.
- 6. Traitements, analyses, interprétation et applications (F et G)** : Les traitements se basent sur des théories et techniques souvent complexes et servent à extraire les informations utiles. Ces informations sont ensuite utilisées pour caractériser la cible étudiée.





**Fig. 02: Etapes de la télédétection (CCT)**

La télédétection contribue à l'aménagement du territoire en zones sous-équipées sur les plans cartographique, topographique et thématique et à la remise à jour rapide des cartes existantes (Girard, 2004).

#### **I-2-4-Avantages de télédétection**

Actuellement l'application de la télédétection dans l'étude écosystèmes permet selon Rion, (1983) :

- De réaliser pour un faible coût des enquêtes rapides sur grandes surfaces.
- D'avoir accès à des renseignements impossibles à obtenir par d'autres méthodes.
- De suivre l'évolution des phénomènes biologiques grâce à la possibilité d'utiliser des données multi temporelles, fournies en particulier, par les satellites d'observation de la terre à orbites héliosynchrones.

La technologie de la télédétection aide à comprendre l'écosystème. Elle fournit des données sur les ressources naturelles et facilite le suivi des changements environnementaux et l'interprétation de ces données nous aide à comprendre les écosystèmes (Ressources naturelles Canada).

#### **I-2-5-Images satellitaires**

Une image satellitaire couvre une bien plus grande région qu'une photographie aérienne, ce qui permet d'étudier les grandes structures, mesurant des centaines, voire des milliers de Kilomètres (Lliboutry, 1992).

Les images satellitaires, ou images de télédétection sont des images prises à partir d'une 'lune artificielle' (un satellite) qui orbite bien au-dessus de la terre.

On appelle également les images satellitaires des images 'Remote sensing' : Remote est le terme

anglais pour éloigné ou à grande distance et Sensing signifie sentir ou balayer (SARAS, 2003). L'imagerie satellitaire n'a rien avoir avec la photographie « classique » dans la mesure où la lumière n'impressionne pas une émulsion, mais se trouve en quelque sorte enregistrée puis réfléchié par des instruments d'optique à balayage il faut donc parler d'image et non de photographie (Steinberg et Colin, 2002).

## **I-2-6-Satellite d'observation MODIS**

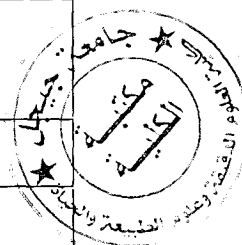
### **I-2-6-1-Définition**

**MODIS** (« Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer ») est un radiomètre embarqué sur les plate-formes américaines TERRA et AQUA. L'instrument MODIS à bord du satellite Terra lances par la NASA en 1999 et MODIS AQUA (appartenant à l'AQUA-TRAIN, train de satellites) fournit des données depuis juin 2002. Avec une trace de 2330 km de large au sol, chacune de ces 2 plate-formes permet d'observer la totalité de la surface terrestre en un ou deux jours (environ 14 orbites par jour, c'est à dire 2 passages par jours à nos hautes latitudes pour chaque satellite) et de se procurer des données sur 36 bandes spectrales (allant du visible à l'infrarouge thermique). MODIS possède donc une haute résolution spectrale, une couverture globale presque journalière et une haute résolution spatiale (500 m à 470 nm et 2.13  $\mu\text{m}$ , 250m à 0.66  $\mu\text{m}$  et 0.86  $\mu\text{m}$  et 1 km à 3.8  $\mu\text{m}$ ). Ils sont conçus pour fournir des mesures dans la dynamique globale à grande échelle comprenant des changements de la terre nuage couverture, budget de rayonnement et processus se produisant dans les océans, sur la terre, et dans l'atmosphère inférieure (Meloë , 2004).

## I-2-6-2- Bandes de MODIS

Tableau 04: Bandes spectrales de MODIS (CCT)

Bande	Longueur d'onde (nanomètre)	Résolution (m)	Utilisation primaire	
1	620-670	250m	Terre/nuage/aérosols Frontières	
2	841-876	250m		
3	459-479	500m		Terre/nuage/aérosols Propriétés
4	545-565	500m		
5	1230-1250	500m		
6	1628-1652	500m		Couleur d'océan Phytoplancton Biogeochemistry
7	2105-2155	500m		
8	405-420	1000m		
9	438-448	1000m		
10	483-493	1000m		
11	526-536	1000m		
12	546-556	1000m		
13	662-672	1000m		
14	673-683	1000m		
15	743-753	1000m	Vapeur d'eau atmosphérique	
16	862-877	1000m		
17	890-920	1000m		
18	931-941	1000m		
19	915-965	1000m	Utilisation primaire	
Bande	Longueur d'onde (µm)	Résolution (m)		
20	3.660-3.840	1000m		Surface/nuage La température
21	3.929-3.989	1000m		
22	3.929-3.989	1000m		
23	4.020-4.080	1000m		La température atmosphérique
24	4.433-4.498	1000m		
25	4.482-4.549	1000m		Nuages de Cirrus Vapeur d'eau
26	1.360-1.390	1000m		
27	6.535-6.895	1000m		
28	7.175-7.475	1000m		Propriétés de nuage L'ozone
29	8.400-8.700	1000m		
30	9.580-9.880	1000m		Surface/nuage La température
31	10.780-11.280	1000m		
32	11.770-12.270	1000m		Dessus de nuage Altitude
33	13.185-13.485	1000m		
34	13.485-13.785	1000m		
35	13.785-14.085	1000m		
36	14.085-14.385	1000m		



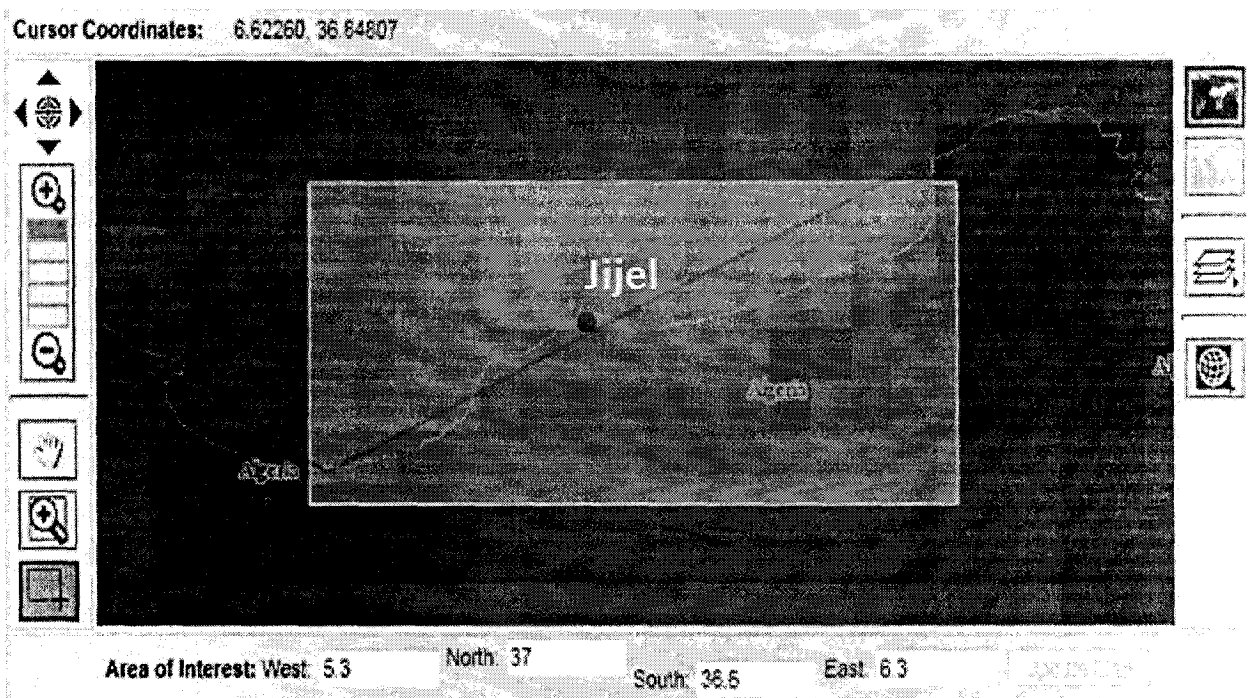


*Chapitre II*  
*Matériel et Méthodes*

## II-1-Description de la zone d'étude

### II-1-1-Situation géographique

Comme le montre la figure 05 ci-dessous, notre zone d'étude correspond à la partie nord de la wilaya de Jijel et s'étend entre les deux méridiens 5.3° et 6.3° Est et les deux latitudes 36.6° et 37.0° Nord avec une façade maritime de 120 Km. Notre travail consiste à évaluer le nombre d'aérosols et les concentrations en matériel particulaire ainsi que leur évolution au-dessus de la ligne côtière et l'interface mer-terre.



**Fig.3 :** Situation géographique de la zone d'étude telle qu'elle a été visualisée par le logiciel Giovanni.

### II-1-2- Climatologie

La région de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses d'Algérie. Elle est caractérisée par un climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été.

#### II-1-2-1-Température

Les températures moyennes, calculées sur une période de 5 ans (2004-2008) sont représentées dans le tableau 05.

**Tableau 05 : Moyenne mensuelle de la température [°C] entre 2004 et 2008 (ONM de Jijel, 2009).**

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	juin	jui	aout	sept	oct	nov	déc
Moy	11.2	11.96	12.6	16.4	19.3	22.74	25.62	26.08	23.78	21.1	15.5	12.48

### II-1-2-2-Précipitations

En général, les pluies sont abondantes du mois d'octobre au mois d'avril. Par contre, les mois de juin, juillet et aout sont les mois les plus secs de l'année, le tableau 06 représente les moyennes mensuelles de précipitation sur une période de 5 ans soit de 2004 – 2008 dans la wilaya de Jijel.

**Tableau 06: Moyennes mensuelles de précipitations en [mm] dans la wilaya de Jijel (ONM de Jijel, 2009).**

moi	jan	fév	mar	avr	mai	juin	jui	aout	sep	oct	nov	déc
moy	124.8	112.6	131.3	66.38	55.56	17.86	1.1	12.7	67	53.56	168.4	180.6

### II-1-2-3-Vents

Dans le cas de la wilaya de Jijel, les vents soufflent tous les mois de l'année, mais el plus souvent avec une faible fréquence et une faible intensité. Les vents dominantes sont généralement de l'Ouest au Nord-Ouest (7,2 à 7,5%) et d'Est au Nord-est (6,5 à 7,2%) et certains vents Sud-Est soufflent pendant le mois le de janvier (4 à 4,5%) (ONM de Jijel, 2009). Dans l'ensemble, les facteurs climatiques (la température, les précipitations et les vents) et les conditions météorologiques locales sont d'une importance capitale dans la répartition spatio-temporelle des pollutions atmosphériques dans la région.

### II-1-3-Pollution atmosphérique au-dessus de Jijel

La pollution atmosphérique est due essentiellement aux émanations des gaz toxiques des véhicules et aux polluants industriels qui altèrent la qualité de l'air. Elle peut également être due aux incendies et aux fumées pendant la période estivale ainsi qu'aux poussières et vents de sables venant du sud.

#### II-1-3-1-Pollution due au trafic automobile

La pollution au-dessus de la ville de Jijel est due essentiellement au trafic automobile, responsable d'émanations de gaz toxiques provenant des pots d'échappement des véhicules comme le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et surtout le plomb. Ce type de pollution a atteint un

niveau record, à cause de l'explosion du nombre des véhicules au cours de la dernière décennie.

### II-1-3-2-Pollution industrielle

Le processus d'industrie à Jijel qui s'est effectuée dans des conditions ne respectant pas les normes et les préoccupations environnementales a engendré de graves pollutions atmosphériques dans les régions où sont implantées des unités de production industrielle constituant des sources de pollution importantes comme la Centrale électrique. Les rejets de gaz et de poussières dans l'atmosphère par ces unités ont de graves conséquences sur la santé des populations de ces régions, le tableau 08 représente quelques Unités industrielles de wilaya de Jijel et leurs rejets atmosphérique.

**Tableau 07 : Déchets générés par les installations classées au niveau de la wilaya de Jijel 2009 (Direction de l'environnement de la wilaya de Jijel)**

Unité industrielle	Déchets solides en tonne/an	Rejets atmosphériques	localisation
EPE Jijel liège étanchéité	Poussière 900 T	Vapeur d'eau contenant la résine 28800 T /an	Jijel
EPA Jijel liège SPA	Poussière 120 T, Rebus de liège 900 T	/	Jijel
Centrale thermique	Huiles 27 T	NO <sub>x</sub> : 410.83mg/nm <sup>3</sup> CO <sub>3</sub> : 339.6 mg/nm <sup>3</sup> CO <sub>2</sub> : 8%	Achouat
EL wéam transformation de liège	Poussières et rebus de liège 200T	Vapeur d'eau contenant la résine	El Ancer
SOALKA kaola	Sable 71400 T	Vapeur d'acide 100 T /an	El Milia
Société africaine du verre	Sable 1919T Calcin 3000T	CO <sub>2</sub> : 8T /an	Zone industrielle Ouled Salah
MOULINS Djendjen	Poussières (sons gros) 1123.4T	/	Zone industrielle Ouled Salah

### II-2- Méthodologie

On présente ci-dessous la méthodologie de l'étude. Celle-ci comprend plusieurs étapes allant du téléchargement des données à l'établissement des cartes thématiques.

## II-2- 1- Origine et type d'images satellitaires

Les images satellitaires utilisées dans notre travail sont des images de type **MODIS** et **MISR** qui ont été téléchargées à partir du site <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> de l'agence spatiale américaine (NASA).

## II-2- 2-Logiciels

Deux logiciels ont été utilisés pour visualiser les images et les graphiques les concernant :

- Le logiciel **SEADAS** : pour le traitement des images et l'affichage des cartes thématiques de la pollution de l'air.
- Le logiciel **Giovanni** pour l'affichage des séries temporelles pour les données extraites et téléchargées à partir du même site cité ci-dessus.

Giovanni est une application Web développée par le DISC GES qui fournit un moyen simple et intuitif de visualiser, d'analyser et d'accès à de vastes quantités de données en sciences de la Terre et télédétection..

## II-2- 3-Méthode de téléchargement des données pour séries temporelles des aérosols.

1-Dans la page web **Oceancolor**, cliquer sur **Giovanni** pour obtenir des données pour séries temporelles et sur Product L1-L2 pour obtenir des images.

The screenshot displays the Oceancolor website interface with the following sections:

- Global Time Series**: Time series plots of selected SeaWiFS, MODIS and OCTS Standard Mapped Images for a set of selected regions or the entire globe.
- Data Archive**: Access to the complete data archive via an 'FTP-like' directory structure. Retrieval of data in bulk is possible with this new server.
- Ocean Productivity**: Ocean Net Primary Productivity data products derived from MODIS and/or SeaWiFS data available from Oregon State University.
- Giovanni**: An easy-to-use, Web-based interface for the visualization and analysis of Earth Science data provided by the GES DISC DAAC.
- Image Gallery**: A central panel featuring a satellite image of the northern Gulf of Mexico with the text: "Suspended sediment and nutrients from the midwestern United States flow into the northern Gulf of Mexico via the waterways of the Mississippi River watershed. This spring the load is heavier than usual because of recent flooding along the river. The above MODIS image was collected on May 22, 2011." Below the image is a note: "NOTE: All SeaWiFS images presented here are for research and educational use only. All commercial use of SeaWiFS data must be coordinated with Goddard Ocean Color Distribution Statistics."
- Information Services**:
  - NRT Data Subscriptions: Subscriptions allow users to specify regions for NRT data to be continually staged on our FTP server for download.
  - Ocean Color Forum
  - Ocean Color Mailing List
  - Ocean Color Data Processing
- Other Services**:
  - Satellite Overflight Predictions
  - SeaWiFS LAC scheduling
  - Data subscription status
  - L1/L2 browser order status
  - File Search Utility: Search for satellite and ancillary data archived by the ocean color data production system.

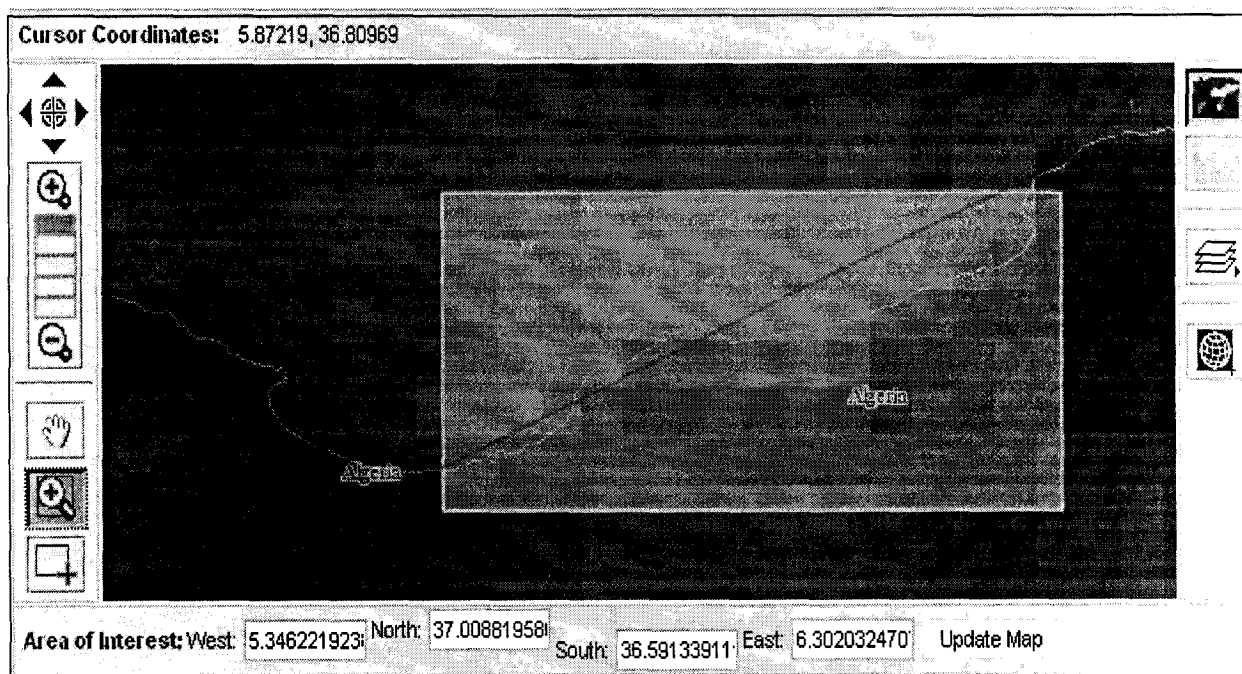
At the bottom left, it states: "Curator: OceanColor Webmaster Authorized by: gene carl feldman". The NASA logo is visible in the bottom right corner.



2- Une fenêtre apparaît, sélectionner dans le tableau ci-dessous **Air Quality**

A-Train	Aerosol Daily	Aerosol Monthly	Agriculture	Air Quality
Aqua/AIRS Daily	Aqua/AIRS Monthly	Aura HIRDLS	Aura MLS	Aura OMI L3
Aura OMI L2G	CERES (FM4)	GLDAS Monthly	MAIRS Monthly	MAIRS 8-Day
MERRA MONTH 2D	MERRA MONTH 3D	MERRA_MONTH_ANA	MERRA_MONTH_CHM	MERRA HOUR 2D
MERRA HOUR_3D	MISR Daily	MISR Monthly	MODIS Daily	MODIS Monthly
NEESPI Daily	NEESPI Monthly	Ocean Color Radiometry	Ocean Model Daily	Océan Model Monthly
TOMS	TRMM/TOVAS	TES	UARS HALOE	

3- Dans la page d'accueil on choisit les coordonnées correspondant à la zone d'étude (5,3 W, 37 N, 36,6S, 6,3E) puis on clique sur **Update Map** pour obtenir la figure :



4-Cliquer sur les paramètres concernent la pollution de l'air qui sont les aérosols optiques à 550nm pour MODIS, et MISR Terra

**Parameters**

Display:  Data Product Info  Units

**Aerosols**

OMI - Aura(2004/10/01 - 2011/06/16) ▲

Parameter	Data Product Info		
<input type="checkbox"/> Aerosol Absorption Optical Depth at 500 nm	OMAERUVd.003	Aura OMI	2004/10/01 - 2009/01/23
<input type="checkbox"/> Aerosol Extinction Optical Depth at 500 nm	OMAERUVd.003	Aura OMI	2004/10/01 - 2009/01/23

Surface PM2.5(2002/07/01 - 2011/04/20) ▲

Parameter	Data Product Info		
<input type="checkbox"/> Fine Particulate Matter - PM2.5	AIRNOW_PM.001	EPA monitor	2002/07/01 - 2011/04/20

OMI - Aura(2004/10/01 - 2011/06/16) ▲

Parameter	Data Product Info		
<input type="checkbox"/> UV Aerosol Index	OMTO3d.003	Aura OMI	2004/10/01 - 2011/06/16

MODIS - Terra(2000/03/01 - 2011/06/16) ▲

Parameter	Data Product Info		
<input checked="" type="checkbox"/> Aerosol Optical Depth at 550 nm	MOD08_D3.051	MODIS-Terra Ver. 5.1	2000/03/01 - 2011/06/16
<input type="checkbox"/> Angstrom 470/660nm - Land (QA-w)	MOD08_D3.051	MODIS-Terra Ver. 5.1	2000/03/01 - 2011/06/16
<input type="checkbox"/> Angstrom 550/665nm - Ocean (QA-w)	MOD08_D3.051	MODIS-Terra Ver. 5.1	2000/03/01 - 2011/06/16
<input type="checkbox"/> Deep Blue AOD at 550 nm (QA-w, Land only)	MOD08_D3.051	MODIS-Terra Ver. 5.1	2000/03/01 - 2011/06/16

MISR - Terra(2000/02/25 - 2009/02/28) ▲

Parameter	Data Product Info		
<input checked="" type="checkbox"/> Aerosol Optical Depth at 555 nm (Green Band)	MIL3DAElarc.004	MISR-Terra Prod. Ver. 31	2000/02/25 - 2009/02/28

5-choisir les années d'études(2000 à 2010), les mois et même les jours, puis selectionner **time series** (series temporelles).

**Temporal**

Begin Date Year: 2009 Month: Jan Day: 1 (Date Begin: 25 Feb 2000)

End Date Year: 2009 Month: Dec Day: 31 (Date End: 17 Jun 2011)

**Select Visualization:**

Time series  Visualization Help

6-Enfin cliquer sur **Generate visualization** pour obtenir les figures qui seront représentées dans le chapitre III.

## II-2-4-Méthode de traitement des images

Dans la partie du traitement, la méthode est basée sur l'analyse d'une série d'images provenant du site de téléchargement de niveau L2 qui correspondent à la zone d'étude pour l'année 2007.

Pour afficher des cartes thématiques des aérosols et de la matière particulaire, on a téléchargé des images MODIS à partir desquelles on extrait le paramètre (AOT) ou l'épaisseur optique des aérosols.

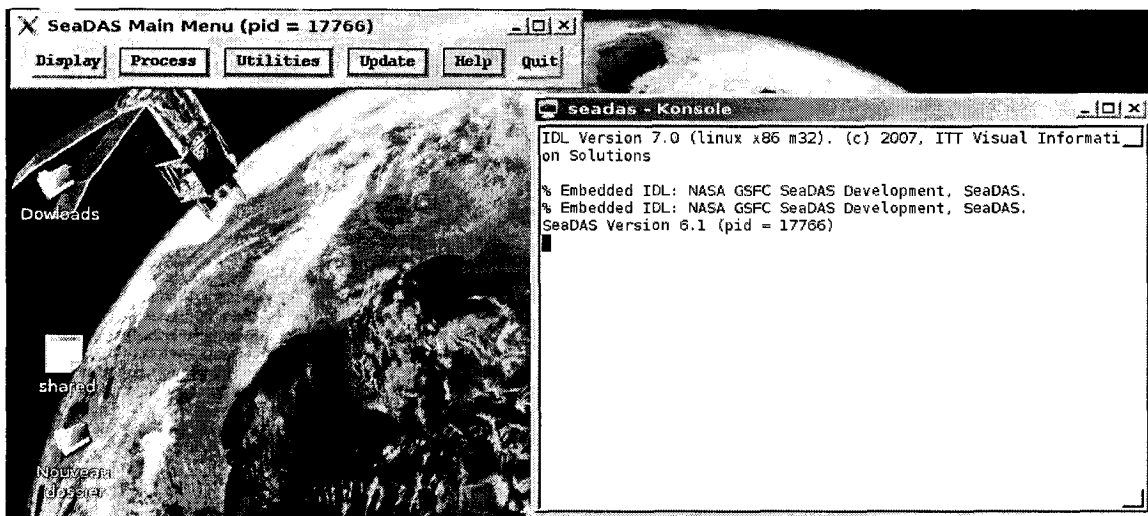
A partir de ce paramètre on déduit des cartes de la matière particulaire fine PM2.5 à partir des images prises pour les mois de février, mai, août et novembre 2007. Ces images ont été ensuite traitées avec SeaDAS pour établir des cartes thématiques pour la matière particulaire fine au-dessus de Jijel.

Le logiciel **SeaDAS** fonctionne sur une plateforme **Linux**, Pour le faire tourner sur Windows on utilise une machine virtuelle (un logiciel qui fait tourner Linux sur Windows).

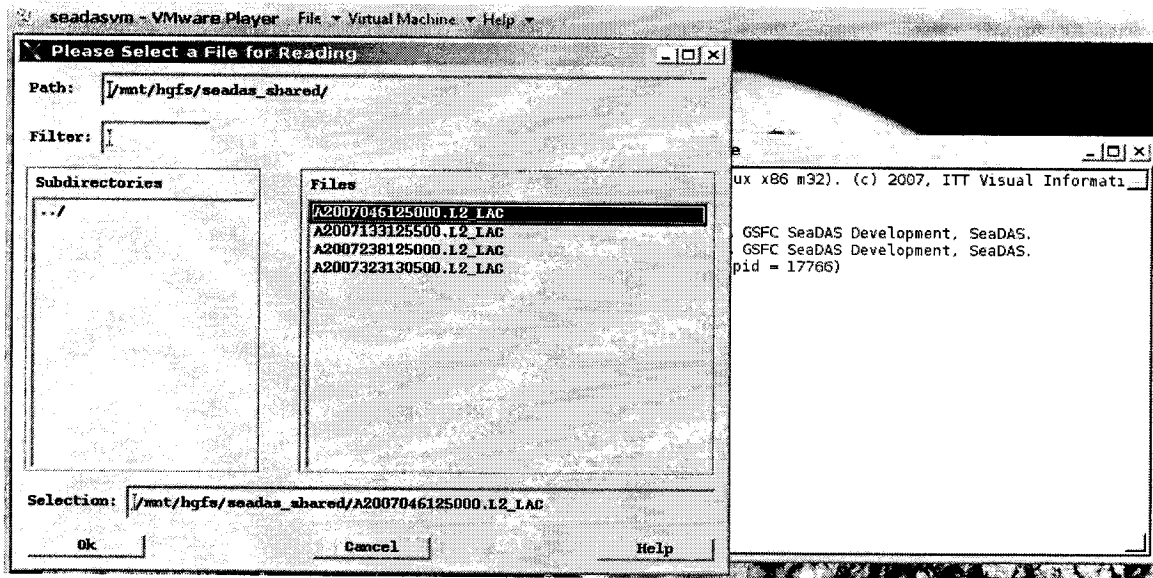
Une fois la machine virtuelle est ouverte, le logiciel SeaDAS peut être lancé.

Pour établir des cartes PM2.5 :

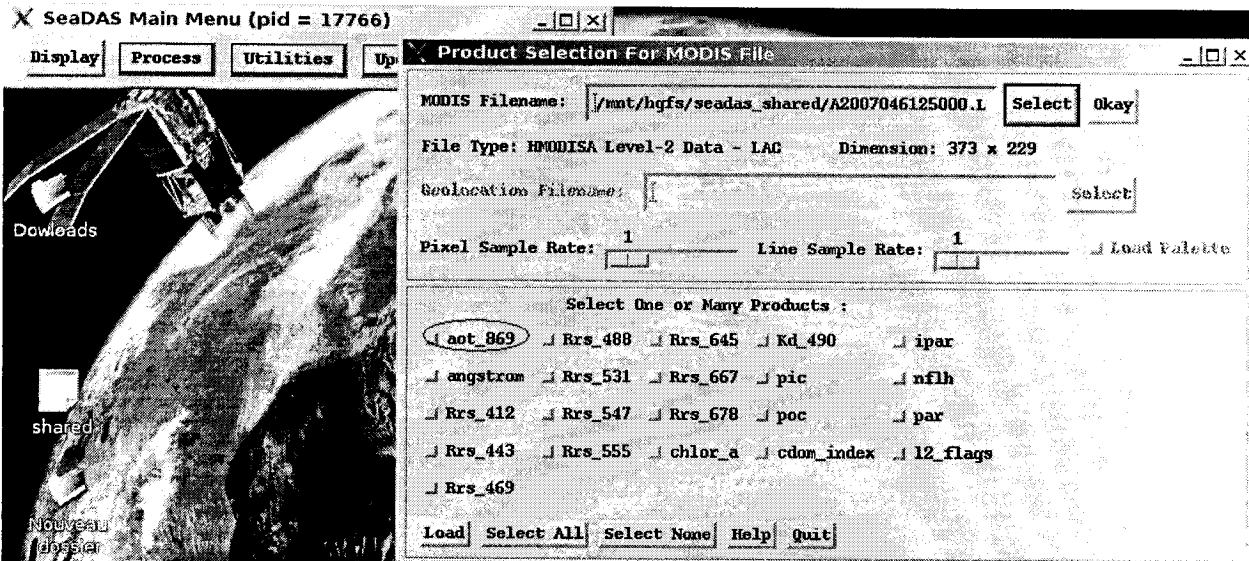
1-On ouvre le logiciel *SeaDAS*, la fenêtre suivante apparaît.



2-On choisit ensuite un fichier *image MODIS* de niveau 2 (L2) pour le mois considéré.

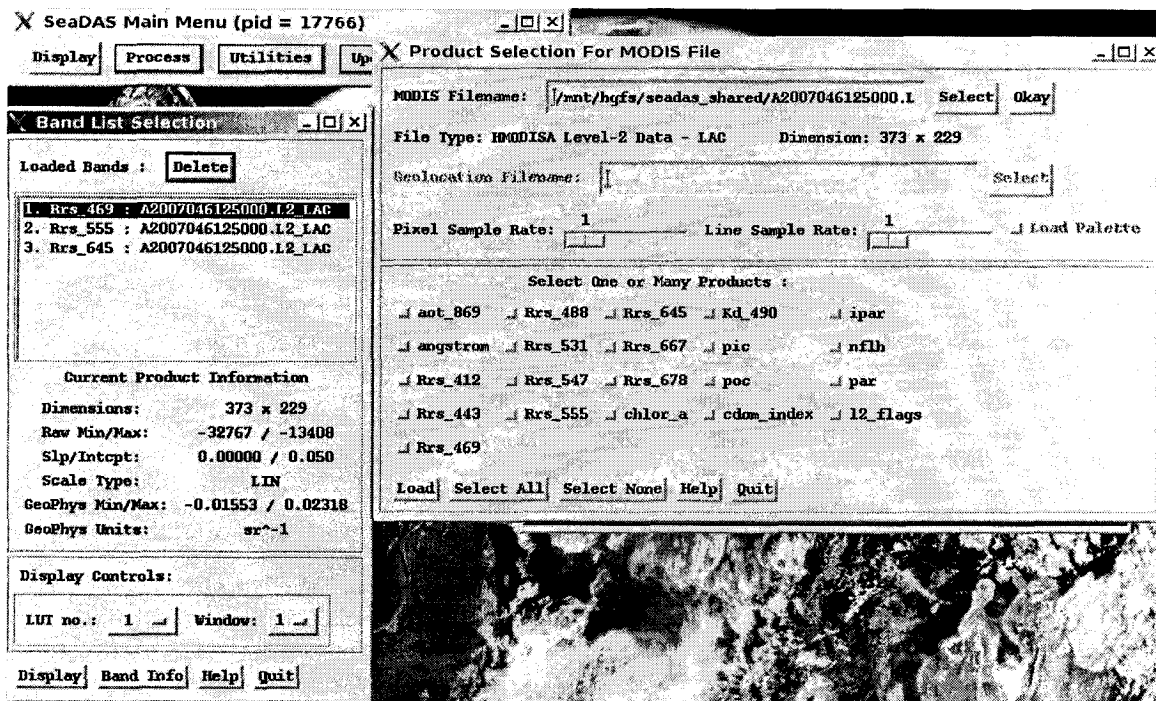


3-On ouvre le fichier (L2) qui va donner les différentes bandes MODIS.



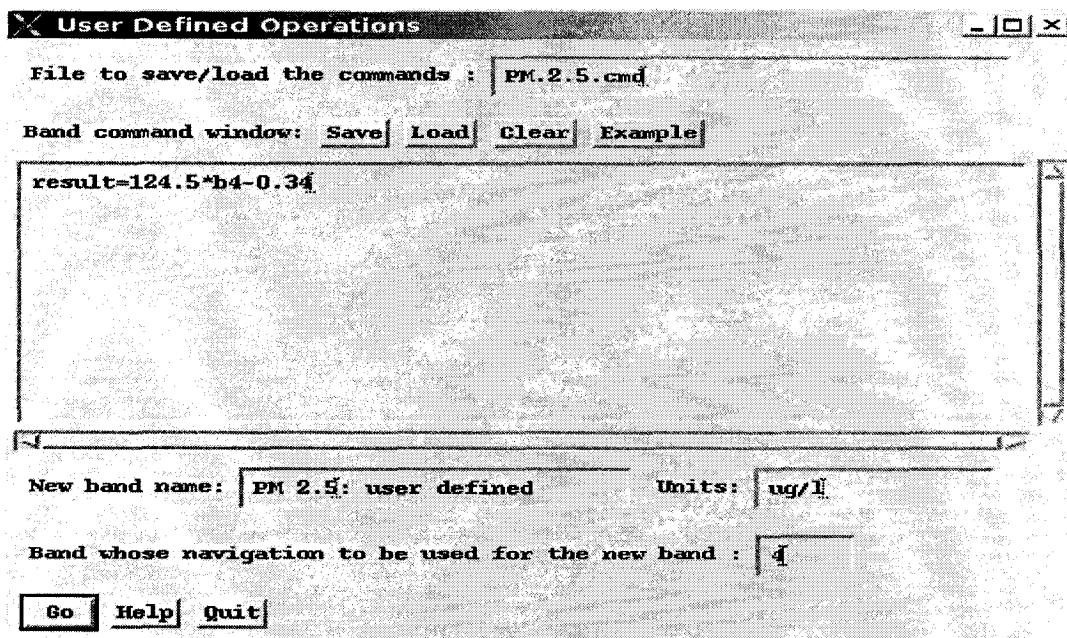
4-On choisit ensuite la bande AOT\_869, qui est une bande lié au nombre d'aérosols présents dans la colonne atmosphérique.

Les bandes sélectionnées seront affichées dans la liste des bandes.



5- On utilise ensuite la fonction *User defined operations*, pour calculer l'image PM 2.5 selon L'algorithme (MNP. 2008) :

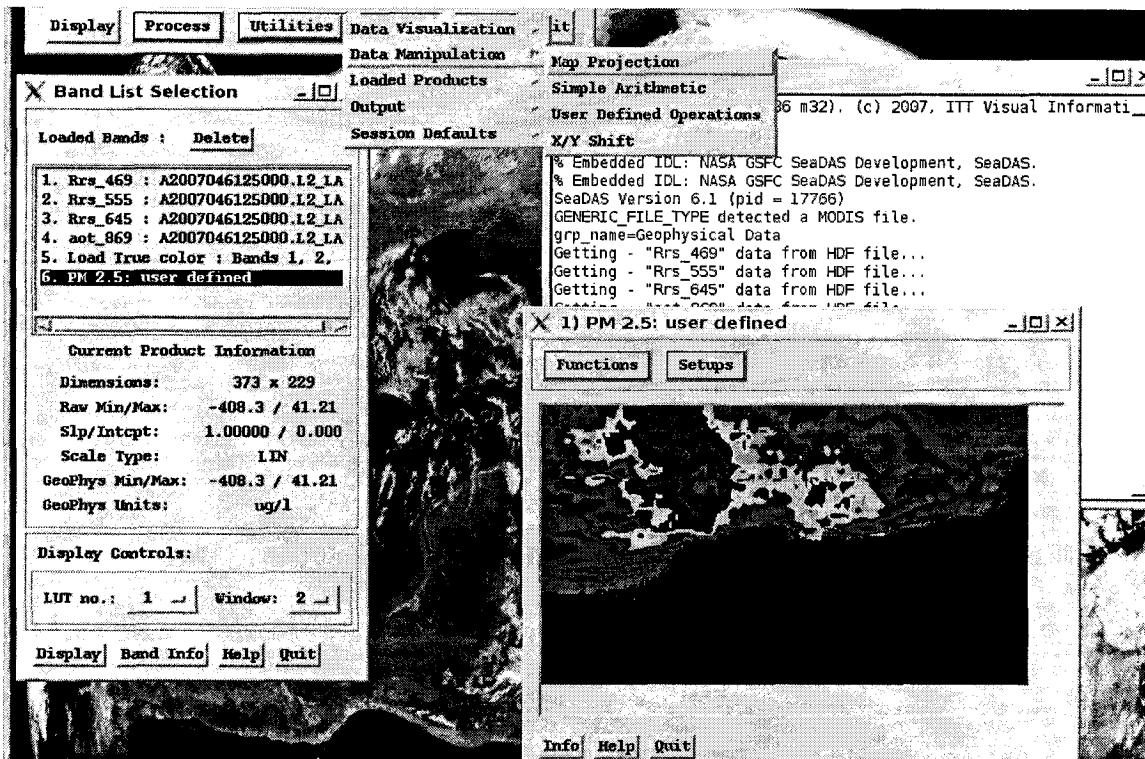
$$PM\ 2.5\ (mg/m^3) = 124.5 * AOT - 0.34$$



6-On va utiliser l'algorithme qui calcule la concentration en matières particulaires fines à partir de l'épaisseur optique des aérosols ou la bande 869 (AOT ou nombre de particules présents dans l'air)

7-On choisit le nom de l'image de sortie comme le montre la figure ci-dessus et puis on clique sur *Go*.

8-Le résultat sera affiché en liste des bandes sélectionnées puis affichée par la fonction *Display*.



Si les concentrations sont très faibles (échelle linéaire) de PM2.5 on va rééchelonner l'image en passant à l'échelle logarithmique. Une image PM2.5 sera affichée.

9-Puis cette image sera géo référencée pour avoir une carte thématique par la fonction *Utilities/ Data manipulation / Map Projection*.

Selection list :

Rrs_555 : A2007046125000.L2_LAC (373 x 229)
Rrs_645 : A2007046125000.L2_LAC (373 x 229)
aot_869 : A2007046125000.L2_LAC (373 x 229)
Load True color : Bands 1, 2, 3 (373 x 229)
<b>EM 2.5: user defined (373 x 229)</b>

Selected for projection :

<b>EM 2.5: user defined (373 x 229)</b>
---

Missing value (highlighted item) :  (blank for default)

Extra Mapping Options:       Individual    Composite

Automatically load defaults:    Yes    No

---

Lon Limit (West,East):	<input type="text" value="5.3"/>	<input type="text" value="6.3"/>			
Output Size:	<input type="text" value="720"/>	<input type="text" value="360"/>			
Output Region: Bot-L:	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	Top-R:	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.0"/>
Parameter file:	<input type="text"/>		<input type="button" value="Select"/>	<input type="button" value="Load"/>	

10-On corrige les coordonnées de la zone d'étude et on affiche la grille Lat-Long comme le montre la figure ci-dessous.

**2) Gridline Setup** [ ] [x]

Longitude Grid: [0.1000] (deg)

[2] Line Style: Solid [ ]  
 Line Thickness

---

Grid Label Options:

Label Grid Lines:  No  Yes

Label Color:  [7] [Mod]

Latitude Labels: [6.0] (long.) Center [ ]

Longitude Labels: [36.9] (lat.) Center [ ]

Font Type: Hardware

Name: [-adobe-courier-bold-r-normal--12-120-75-75-m-]

Size: N/A Thickness: N/A

---

Apply Mode : Overlay [ ]

Quit [ ] Help [ ] Go [ ]



## *Chapitre III*

### *Résultats et Interprétation*

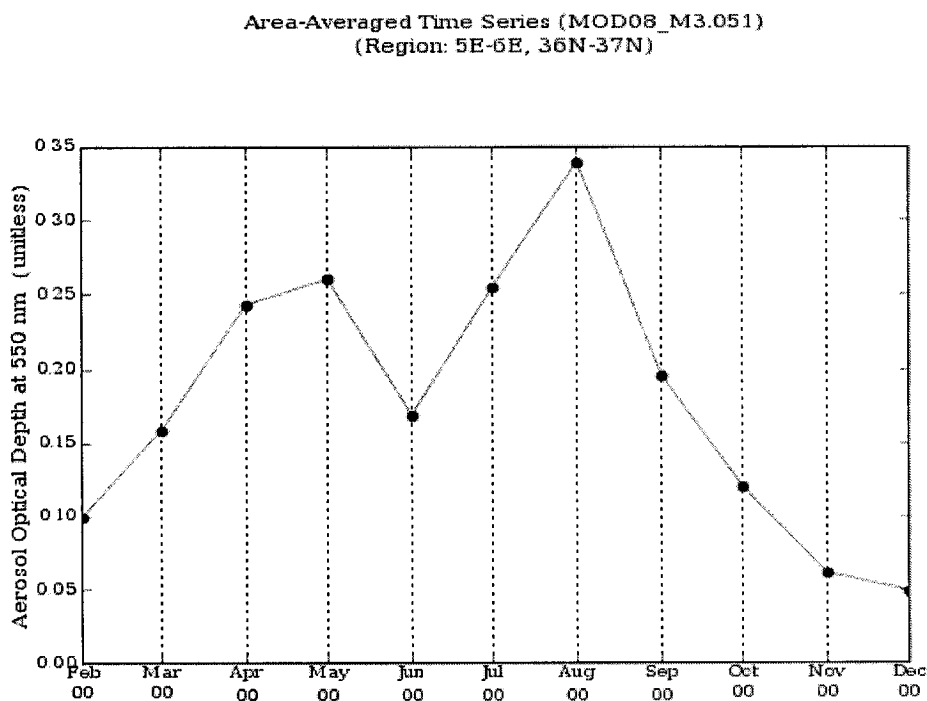
### III-1-Résultats

#### III-1-1-Analyse et interprétation

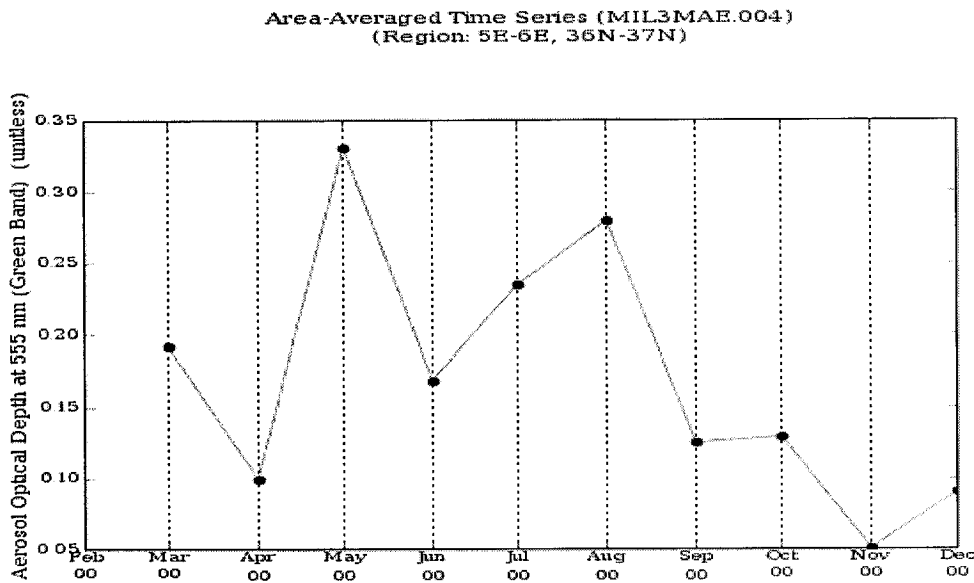
##### III-1-1-1-Analyse des séries temporelles d'épaisseur optiques des aérosols à 550nm à partir des images MODIS et MISR

Dans cette partie, nous avons examiné l'évolution temporelle des contenus en particules aérosols. Les données correspondant à chaque figure ont été téléchargées à partir du site de la NASA. Elles sont représentées sous forme de tableaux et vu leurs fichiers volumineux on en a représenté que quelques exemples en Annexe.

Les Figures ci-dessous montrent respectivement l'évolution temporelle des moyennes mensuelles des aérosols optiques 550nm (recueillies pour la zone d'étude présentée en Fig. 03).

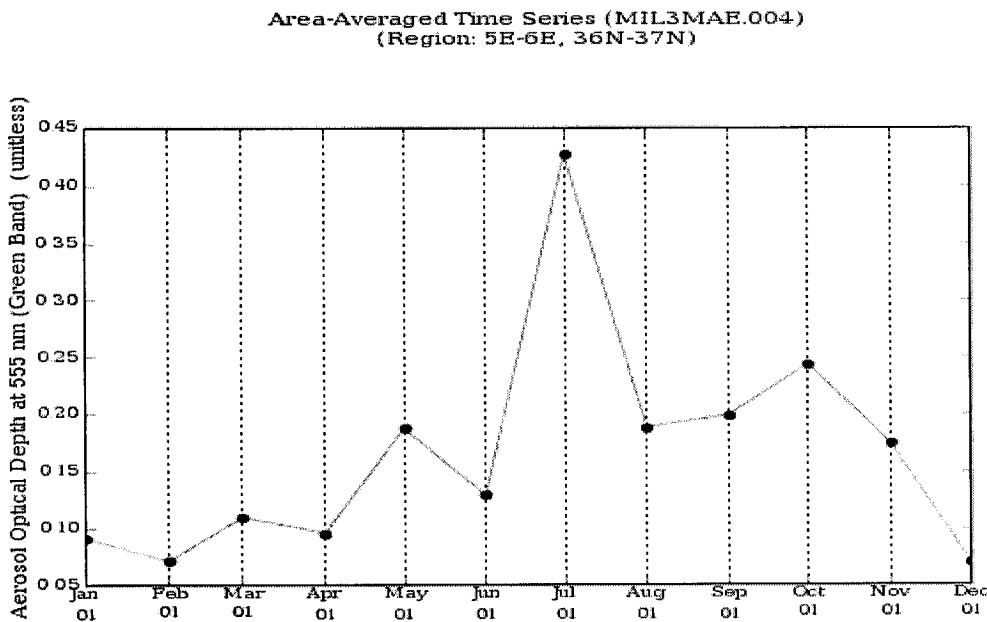


**Fig. 04:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2000 extraites à partir des images MODIS.



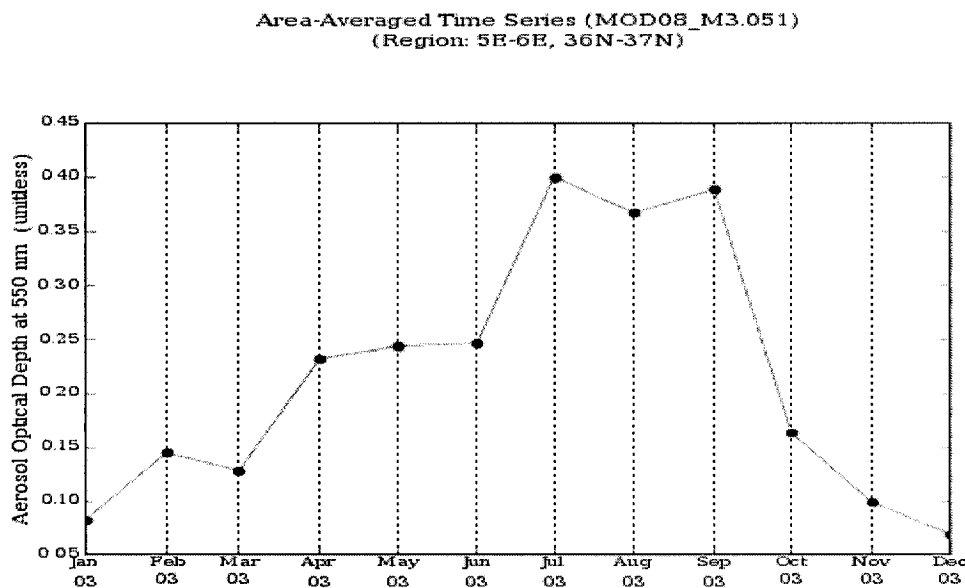
**Fig.05:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillie pour l'année 2000 extraites à partir des images MISR

D'après les Figures 04 et 05, on observe de fortes concentrations d'aérosols à 550nm à partir des images MODIS et aérosols 550nm à partir des images MISR (atteignant respectivement des pics de 0,34 unité et 0,33 unité en aout/ mai) au cours de l'année 2000 au-dessus de Jijel.

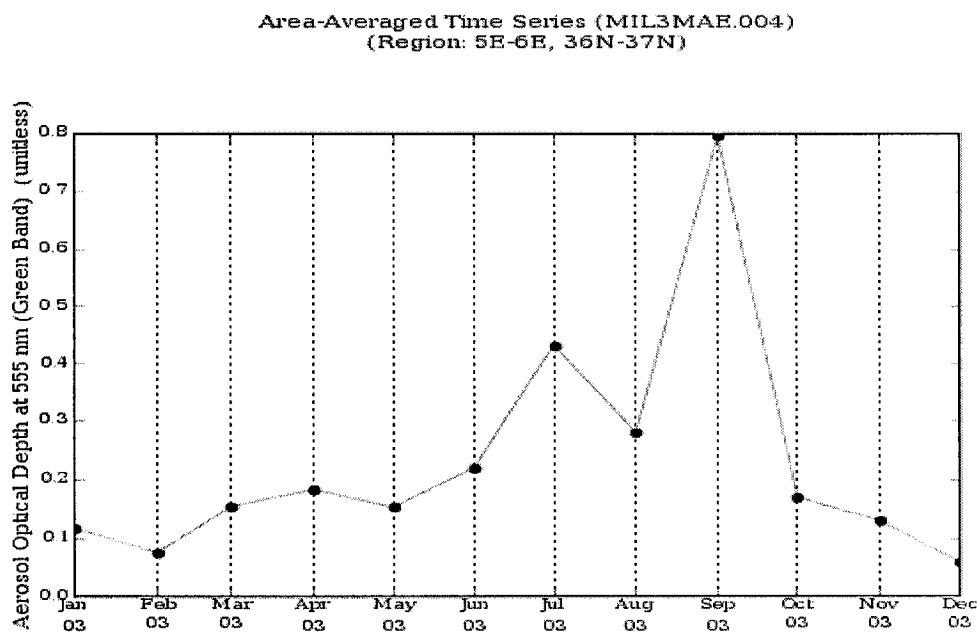


**Fig.06 :** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2001 extraites à partir des images MISR.

D'après le Figure 06, on observe de fortes concentrations d'aérosol à 550nm à partir des images MISR (atteint à 0,43 unité en mois de juillet) au cours de l'année 2001 au-dessus de Jijel.

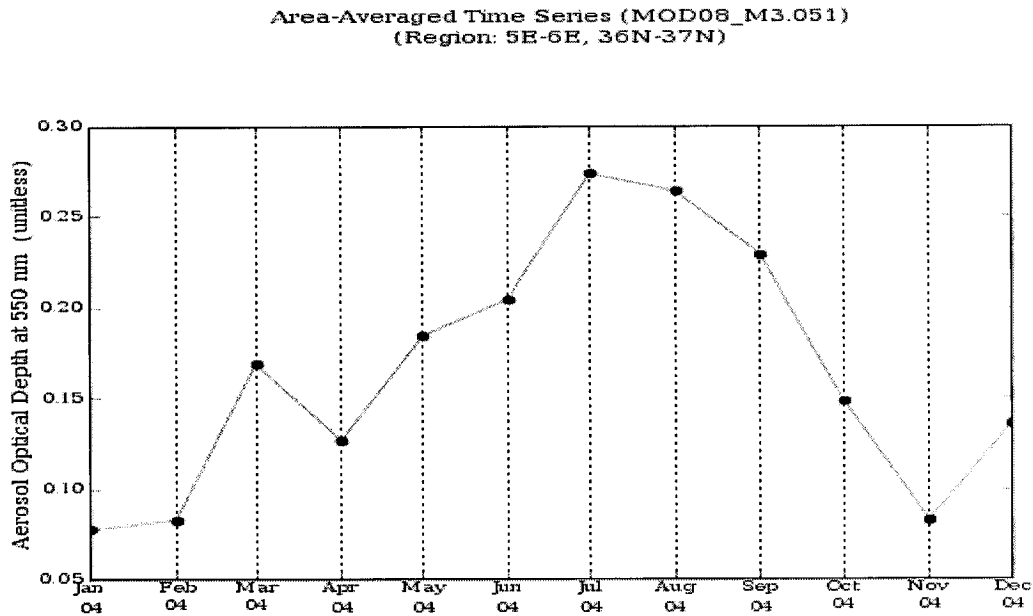


**Fig. 07:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2003 extraites à partir des images MODIS.

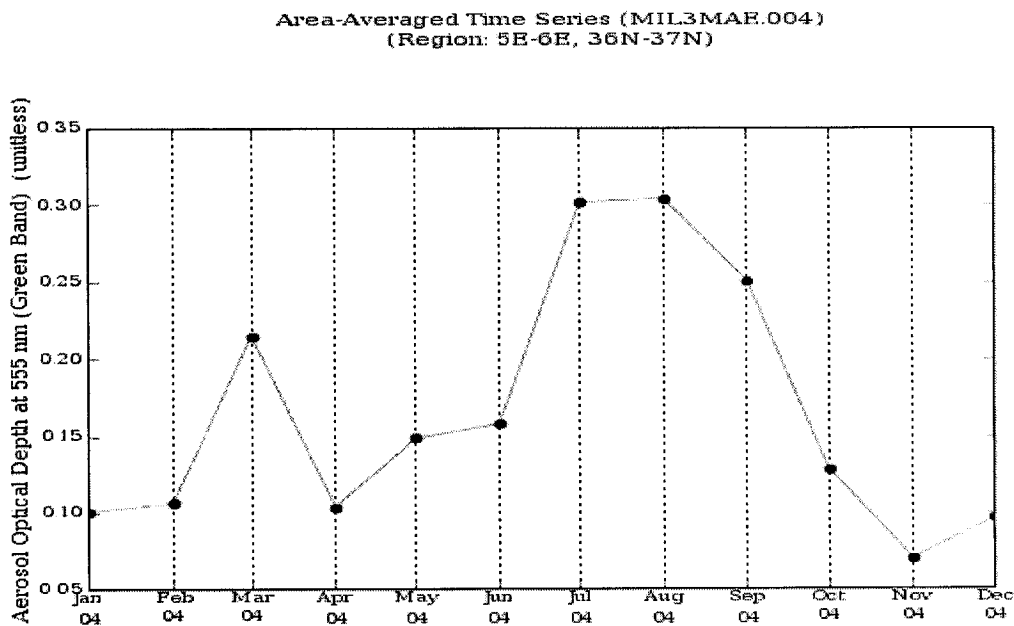


**Fig.08:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2003 extraites à partir des images MISR.

D'après les Figures 07et08, on observe de fortes concentrations d'aérosols à 550nm à partir des images MODIS et aérosols 550nm à partir des images MISR (atteignant respectivement des pics de 0,40 unité, 0,39 unité et 0,8 unité en en juillet et septembre) au cours de l'année 2003 au-dessus de Jijel.

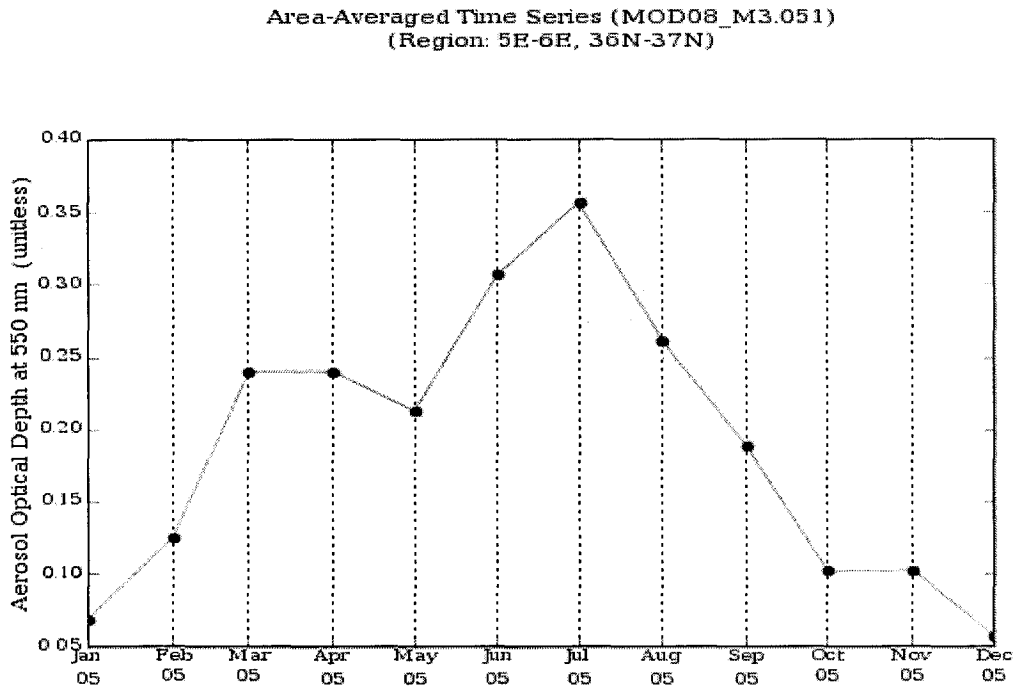


**Fig. 09:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2004 extraites à partir des images MODIS.

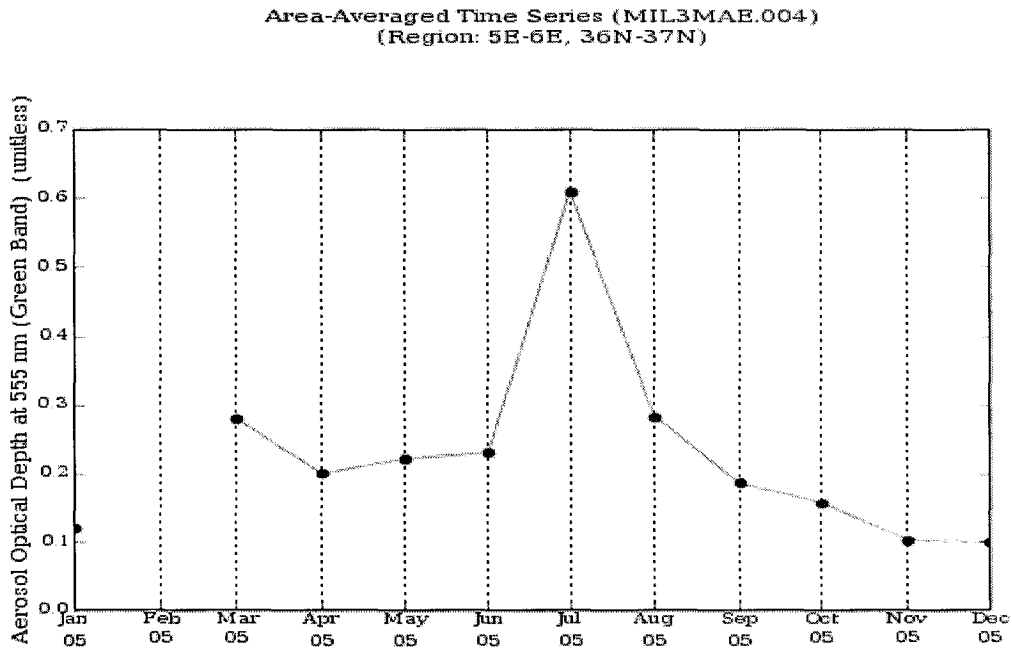


**Fig.10:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2004 extraites à partir des images MISR.

Pour les Figures 09 et 10, on observe de fortes concentrations d'aérosol à 550nm à partir des images MODIS et aérosols à 550nm à partir des images MISR (atteignant respectivement des pics de 0,26 et 0,31 en juillet et août) au cours de l'année 2004 au-dessus de Jijel.

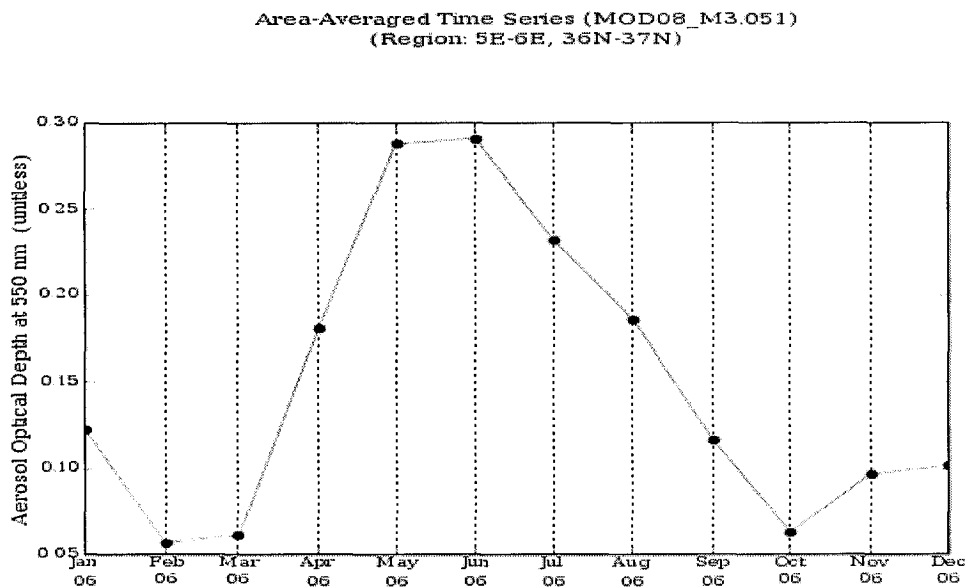


**Fig. 11:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2005 extraites à partir des images MODIS.

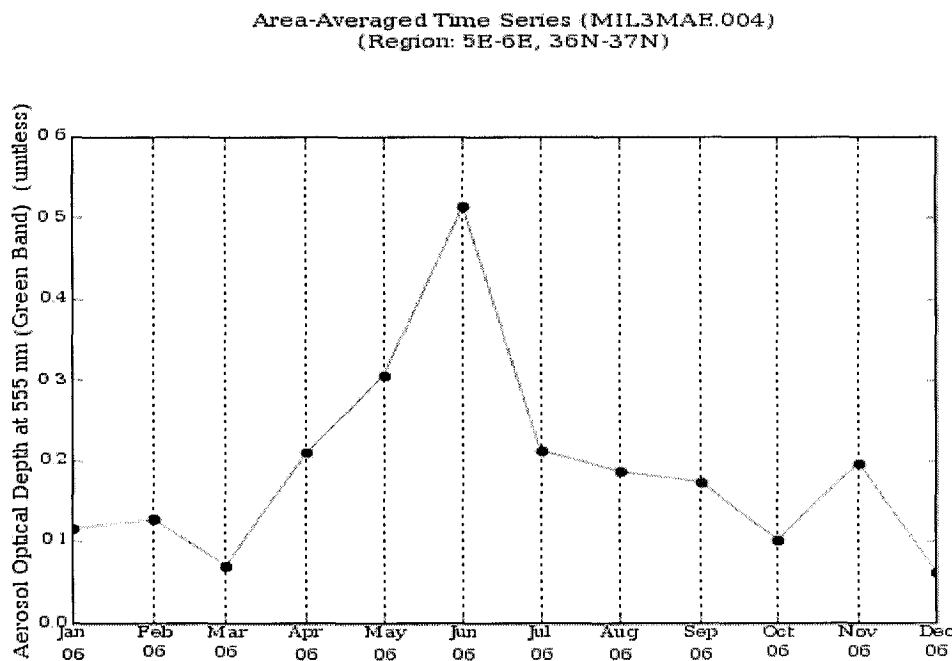


**Fig. 12:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2005 extraites à partir des images MISR

D'après les Figures 11 et 12, on observe de fortes concentrations d'aérosols à 550nm à partir des images MODIS et aérosols 550nm à partir des images MISR (atteignant respectivement des pics de 0,36 unité et 0,62 unité en en mois juillet) au cours de l'année 2005 au-dessus de la zone étudiée.

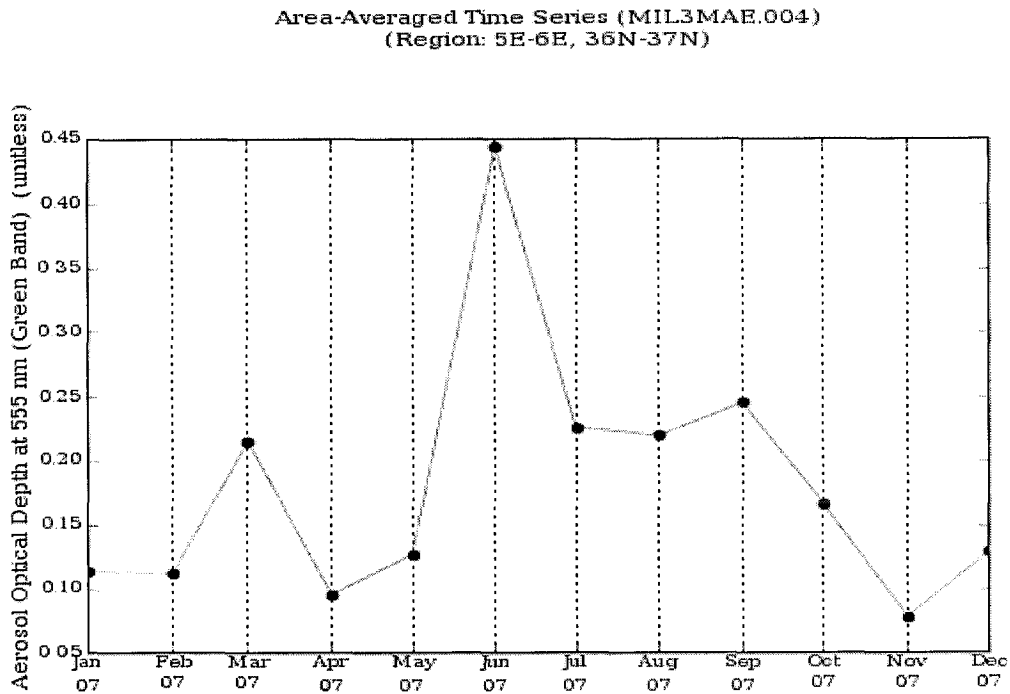


**Fig. 13:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2006 extraites à partir des images MODIS.

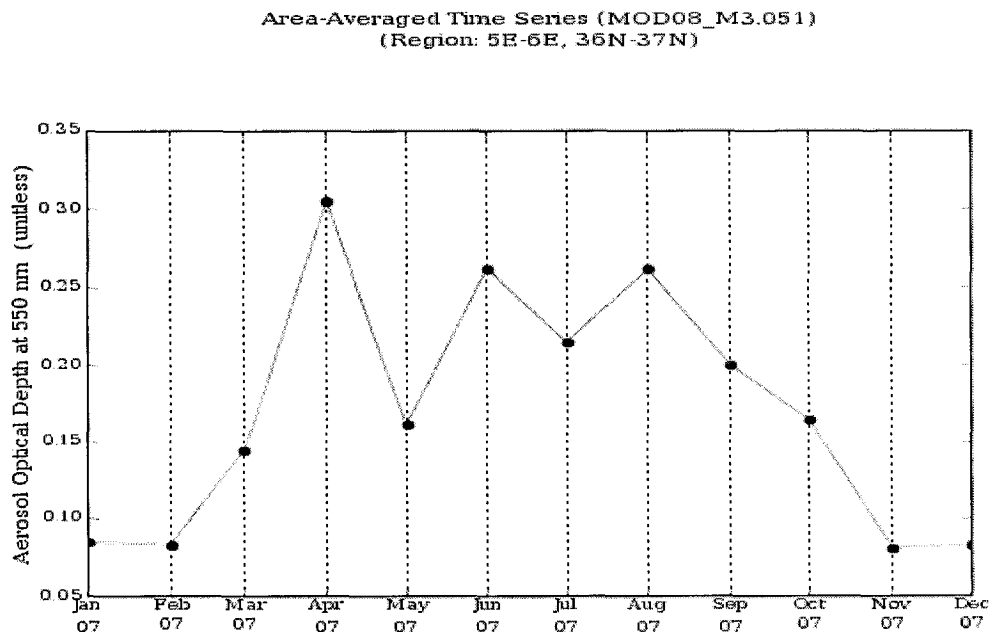


**Fig. 14:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2006 extraites à partir des images MISR.

Les Figures 13 et 14 montrent qu'il y a une forte concentration d'aérosol à 550nm à partir des images MODIS et aérosol 550nm à partir des images MISR (atteignant respectivement des pics de 0,29 et 0,51 en mai et juin) au cours de l'année 2006 au-dessus de la zone étude.



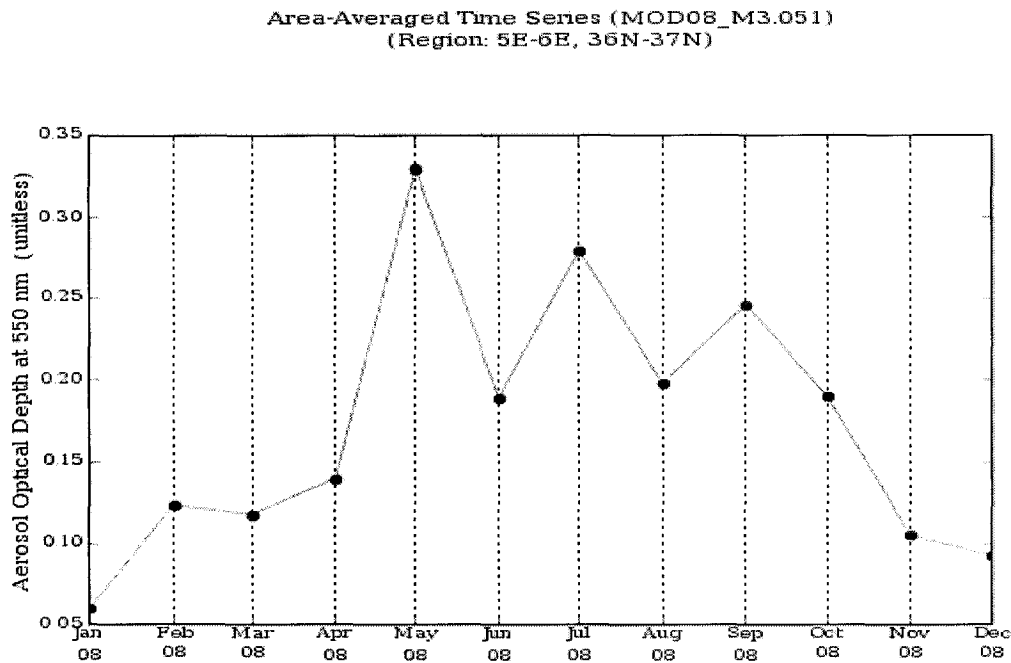
**Fig. 15:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2007 extraites à partir des images MISR.



**Fig. 16:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2007 extraites à partir des images MODIS.

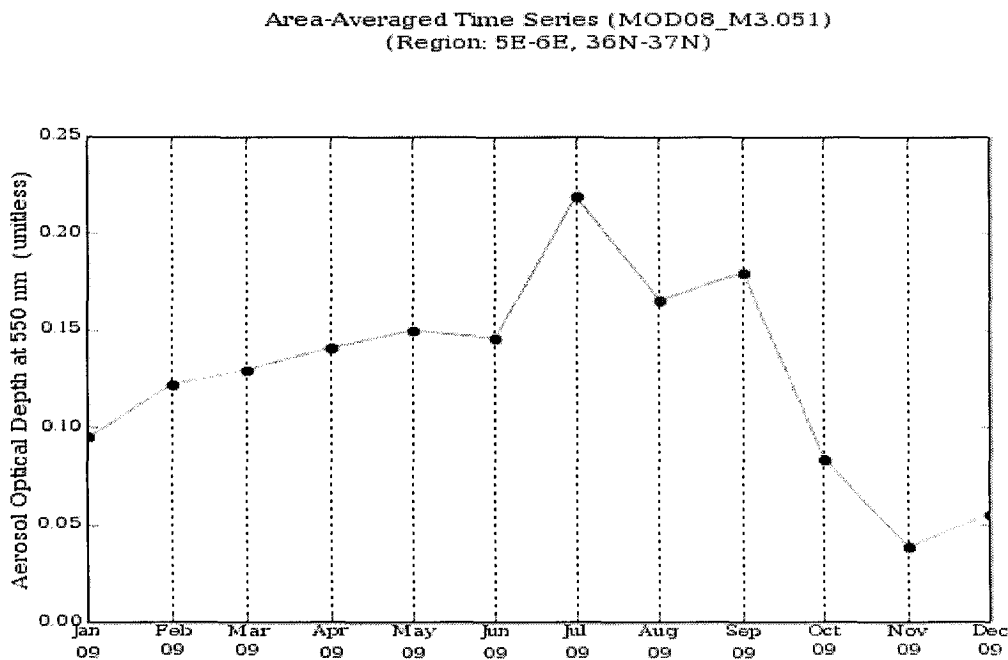
Les Figures 15 et 16, décrivent respectivement l'évolution des concentrations d'aérosols à 550nm à partir des images MODIS et aérosols 550nm à partir des images MISR (atteignant respectivement des pics de 0,45 unité et 0,31 unité en juin et avril) au cours de l'année 2007 au-dessus de la zone étude.





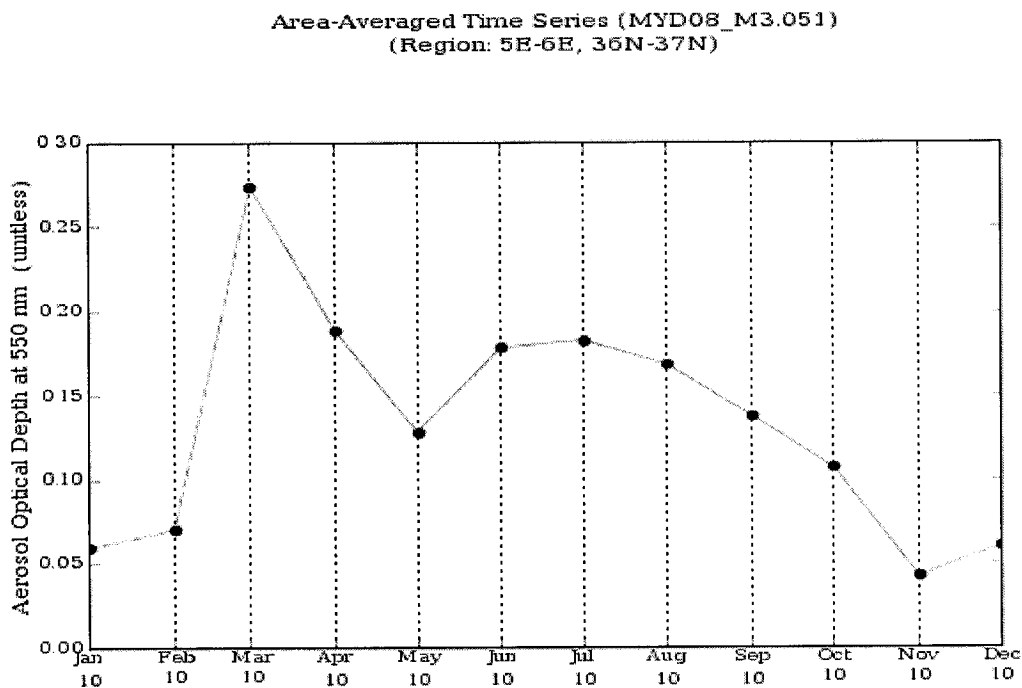
**Fig. 17 :** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2008 extraites à partir des images MODIS.

Deux pics sont observés sur la Figure 17 au cours des mois de mai et juillet 2008, les valeurs des aérosols à 550nm à partir des images MODIS atteignant respectivement 0,33 unité et 0,27 au-dessus de la zone étude.



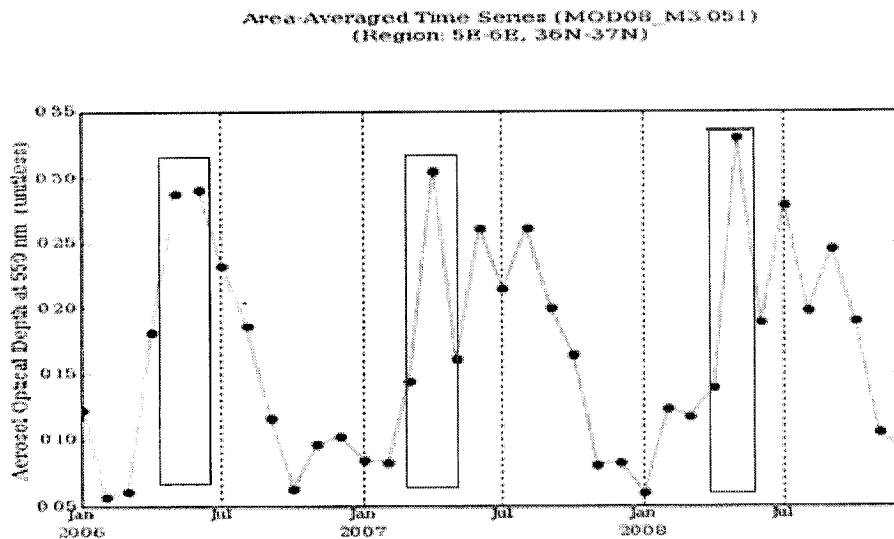
**Fig. 18:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2009 extraites à partir des images MODIS.

D'après le Figure 18, on observe de forte concentration d'aérosol à 550nm à partir des images MODIS atteint le pic de 0,23 en mois de juillet 2009 au-dessus de Jijel.



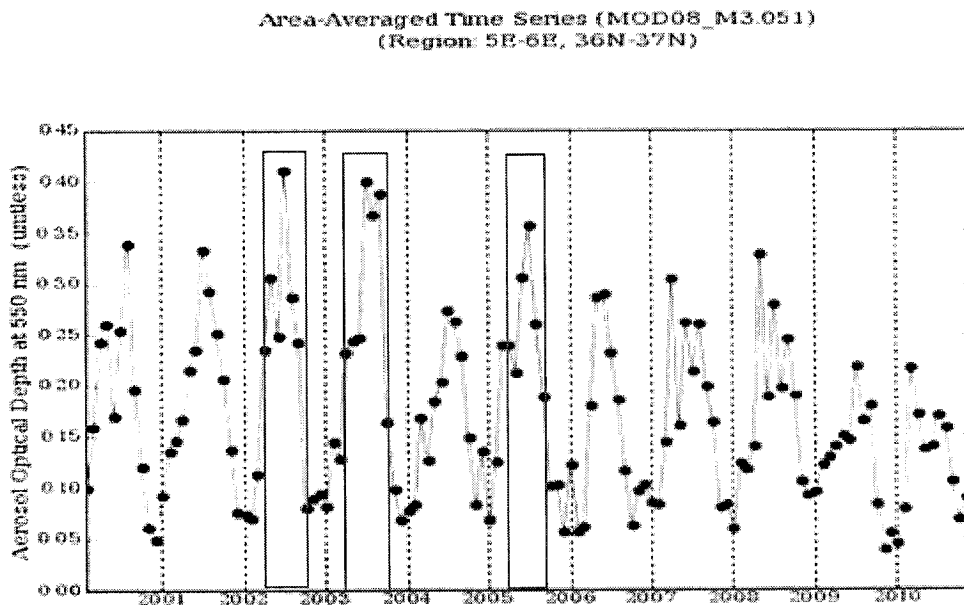
**Fig. 19:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour l'année 2010 extraites à partir des images MODIS.

La Figure 19 représente un pic maximal à 0.27 pendant mars 2010



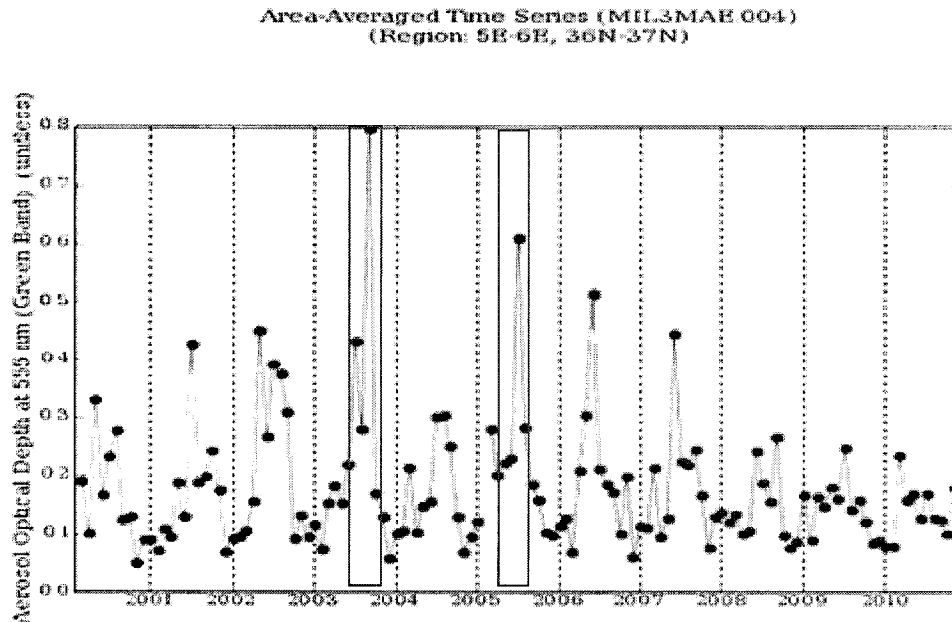
**Fig. 20:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour les années 2006, 2007 et 2008 extraites à partir des images MODIS.

Il est à noter que les carrés rouge de la Figure 20, correspondant à l'évolution des moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm, présentent des maximums en juin, avril et juin au cours des années 2006, 2007 et 2008.



**Fig. 21:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour les années 2000 à 2010 extraites à partir des images MODIS.

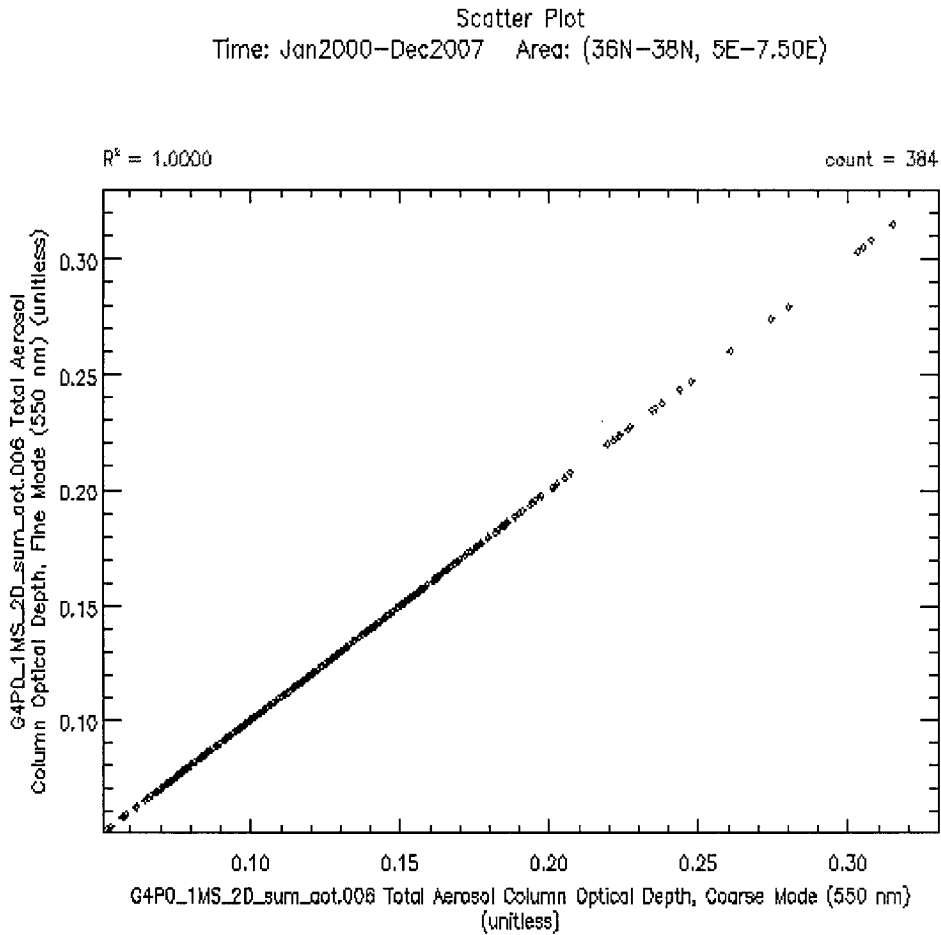
D'après la Figure 21, le cycle saisonnier des charges en aérosols à Jijel présente une évolution modale formée des pics de pollution en période estivale (mai, juin, juillet et août) pour les années 2002, 2003 et 2005.



**Fig. 22:** Moyennes mensuelles de l'épaisseur optique des aérosols à 550nm recueillies pour les années 2000 à 2010 extraites à partir des images MISR.

D'après la Figure 22 le cycle saisonnier des charges en aérosols à Jijel présente une évolution modale formée de pics de pollution en période estivale (mai, juin, juillet et août) pour les années 2003 et 2005.

Généralement on observe une faible épaisseur optique pour les années 2008 à 2010 et 2000 à 2002 pour les concentrations en aérosols 550nm d'après MODIS et en aérosols 550nm MISR par rapport aux autres années 2002 à 2006 et que le maximum est toujours atteint au cours de la période estivale.



**Fig. 23:** Corrélation entre épaisseurs optiques pour fines et grosses particules à 550nm, pour la période 2000 à 2007 au-dessus de Jijel (moyennes mensuelles).

La figure 23 montre une parfaite corrélation entre concentration en particules fines et particules grosses ( $R^2=1.0000$  pour  $n = 384$ ).

### III-1-1-2-Analyse des cartes d'épaisseurs optiques des aérosols PM2.5 à partir des images MODIS

Le Format des Données HDF (Hiérarchic Data Format) est une structure effective pour entreposer des ensembles multiples de données scientifiques, images et données subordonnées, dans un seul fichier qui contient entre autres la bande AOT.

Nous avons pu élaborer à partir des fichiers L2.hdf des cartes journalières des jours juliens (046, 134, 239 et 324), correspondant respectivement 15/02, 13/05, le 26/08 et le 19/11 de l'année 2007 et observé l'évolution des données de PM 2.5.

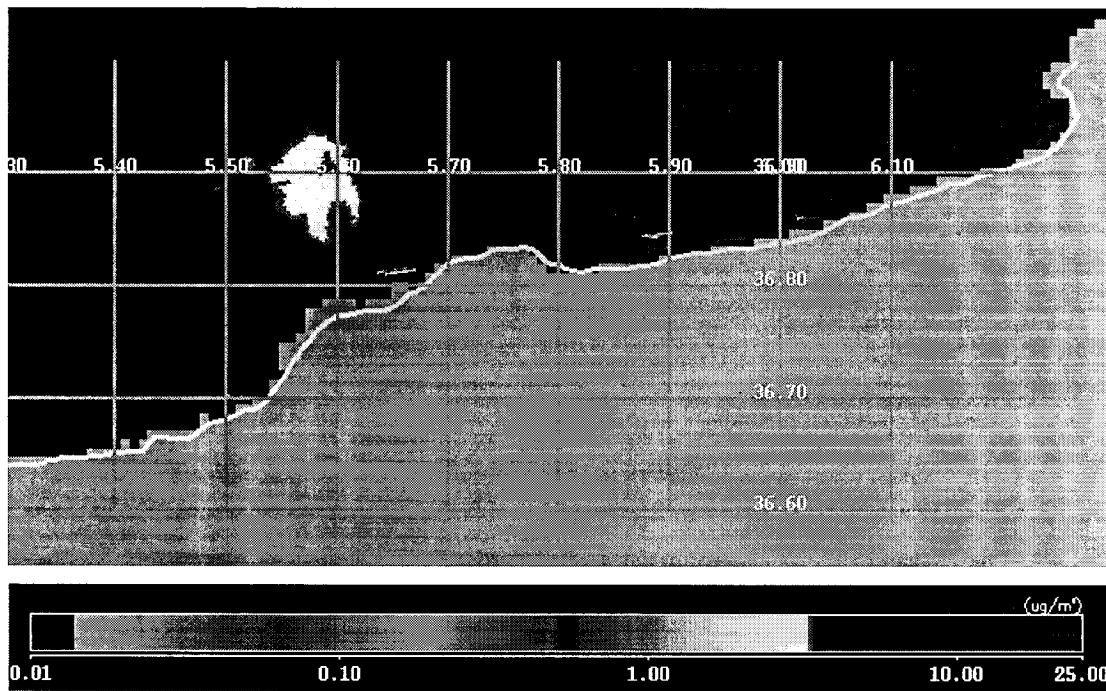


Fig. 24: Concentrations en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$  restituées de MODIS Aqua au dessus de Jijel pour le 15 février 2007.

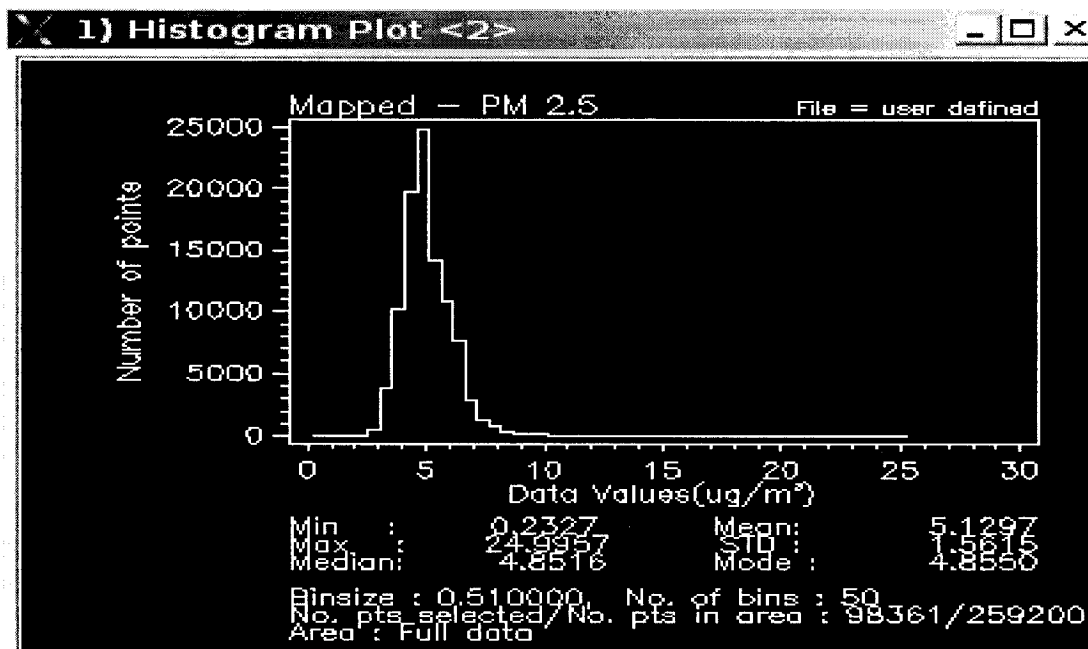


Fig. 25: Histogramme représentant les statistiques de la carte des concentrations de la  $\text{PM}_{2.5}$  pour le 15 février 2007.

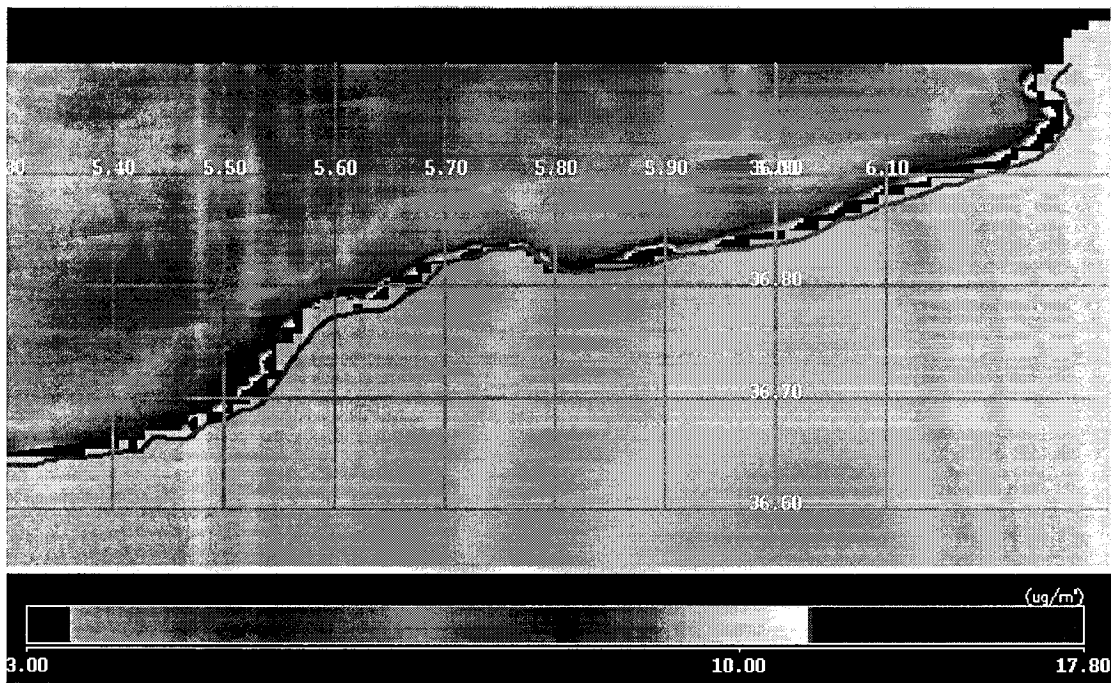


Fig. 26: Concentrations en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$  restituées de MODIS Aqua au dessus de Jijel pour le pour le 13 Mai 2007.

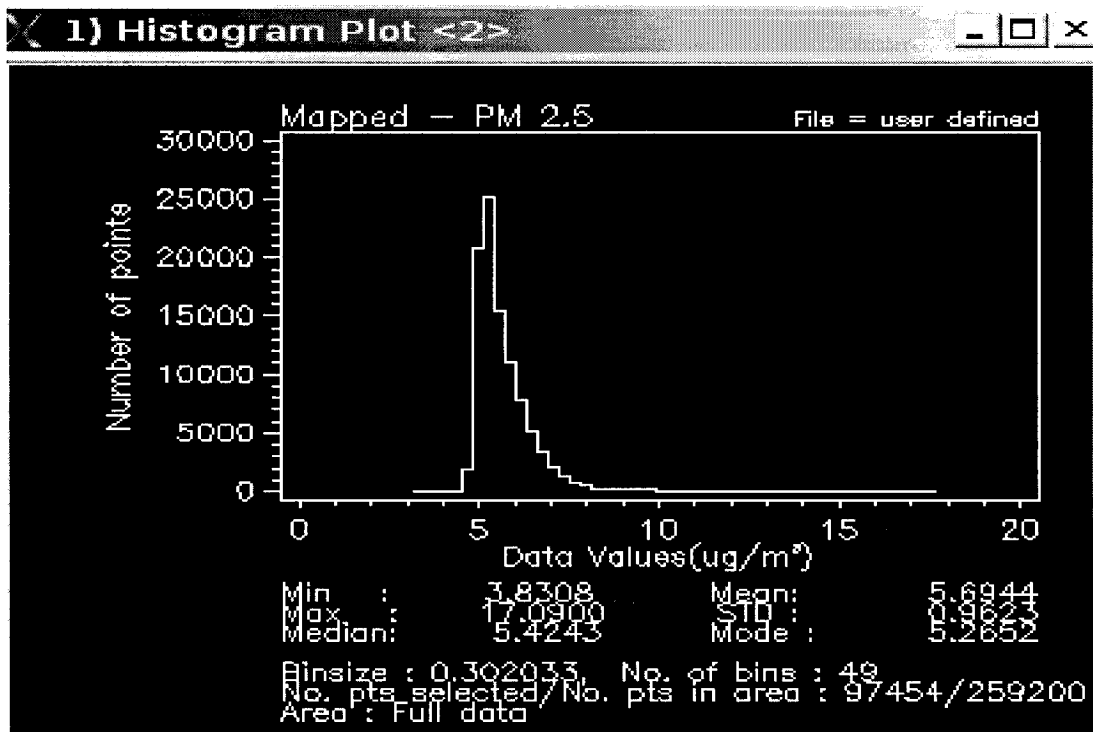


Fig. 27 : Histogramme représentant les statistiques de la carte des concentrations de la  $\text{PM}_{2.5}$  pour le 13 mai 2007.

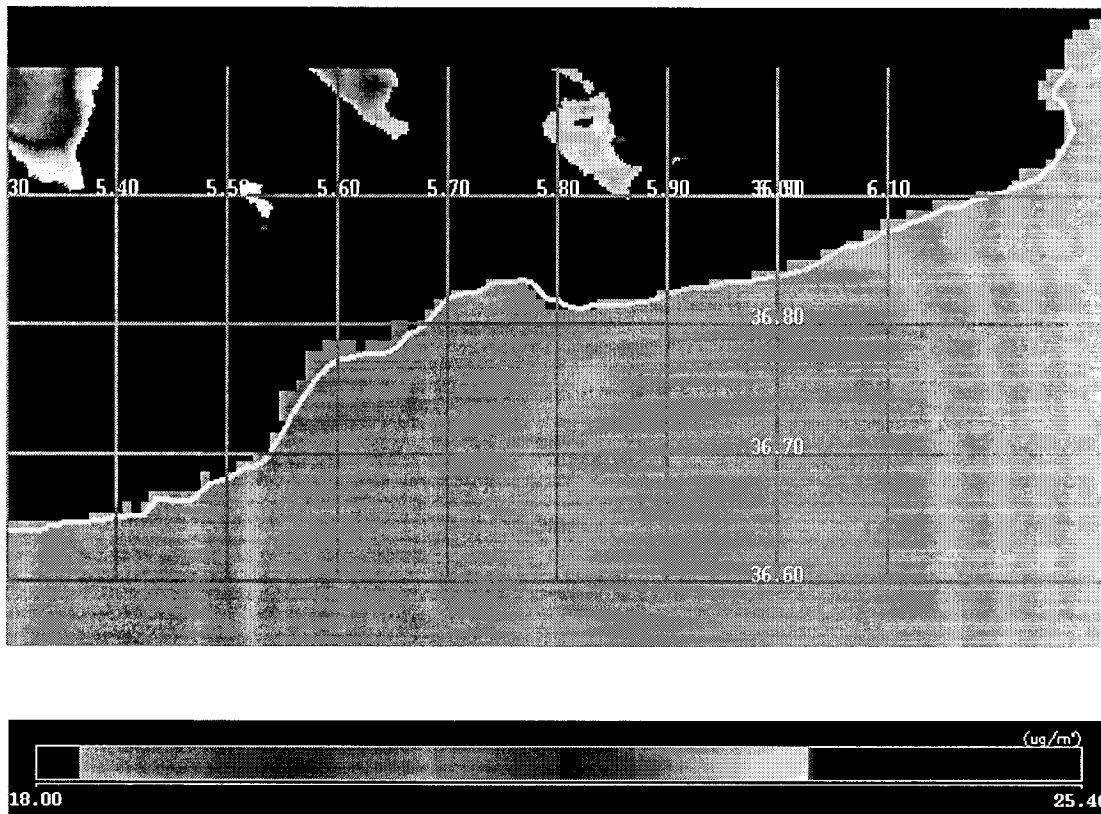


Fig. 28: Concentrations en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM 2.5 restituées de MODIS Aqua au dessus de Jijel pour le 26 aout 2007.

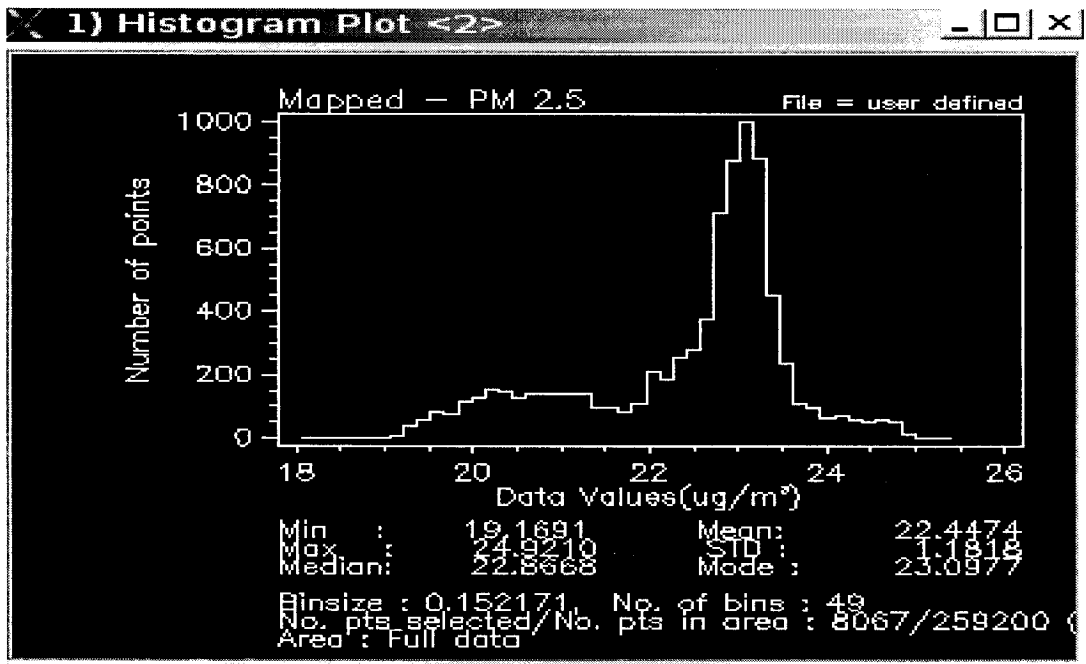
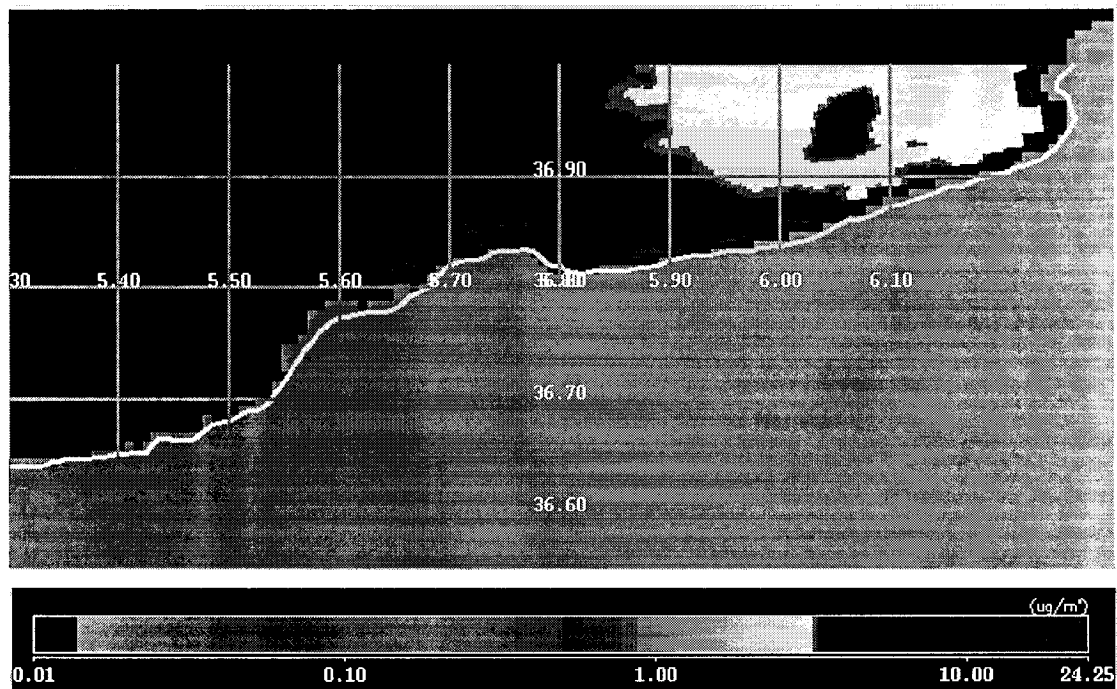
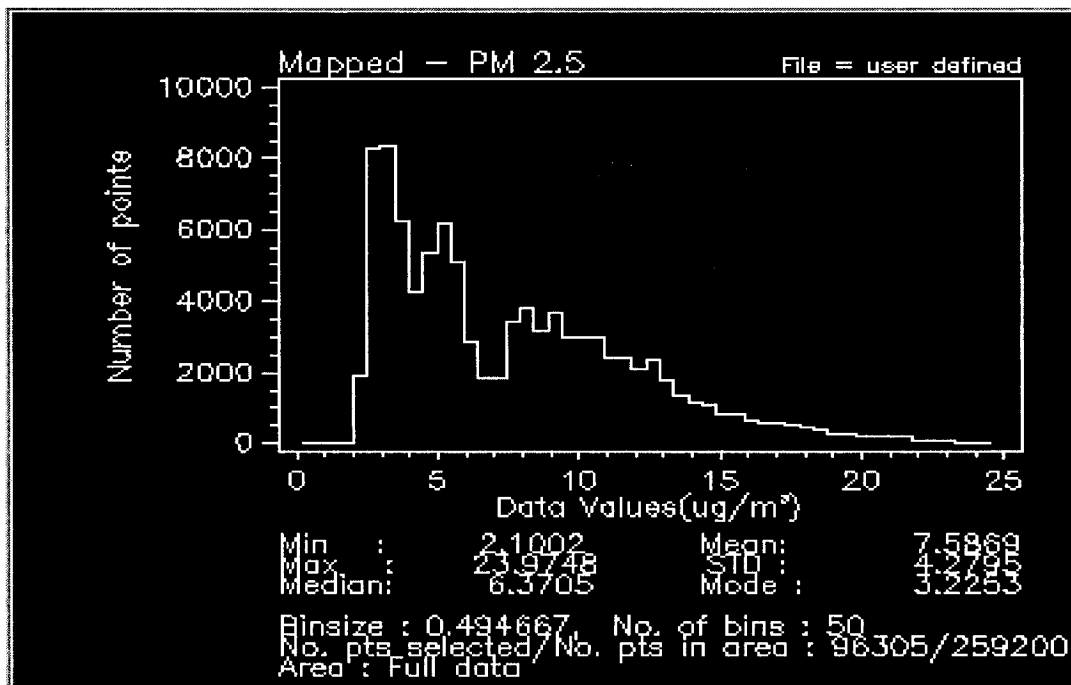


Fig. 29 : Histogramme représentant les statistiques de la carte des concentrations de la PM 2.5 pour le 26 aout 2007.





**Fig. 30:** Concentrations en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$  restituées de MODIS Aqua au dessus de Jijel pour le 19 novembre 2007.



**Fig. 31 :** Histogramme représentant les statistiques de la carte des concentrations de la  $\text{PM}_{2.5}$  pour le 19 novembre 2007.

Les figures 24 à 31 montrent que la concentration de  $\text{PM}_{2.5}$  ne dépasse pas la norme ( $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et varie en fonction de la saison de 2.1 à  $24.44\mu\text{g}/\text{m}^3$  avec une moyenne maximale 22.4 pour le mois

d'août et une moyenne minimale pour le mois de février. Les moyennes sont relativement faibles pour les trois saisons : hiver, printemps et automne.

- En général les histogrammes montrent des valeurs de PM<sub>2.5</sub> variant pour le 15 février 2007 entre 3 et 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la totalité de l'image et entre 10 et 24,99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  au-dessus de la ligne côtière.
- Pour le 13 mai la concentration de PM 2.5 varie entre 5 et 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la totalité de l'image et entre 6 et 17,09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  au-dessus de la ligne côtière.
- Pour le 26 août la concentration en particules varie entre 22 et 24,92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la totalité de l'image et entre 19,16 et 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la ligne côtière.
- Pour Le 19 novembre les concentrations varient entre 2 et 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la totalité de l'image et entre 12 et 23,97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  au-dessus de la ligne côtière.

### III-2-Discussion

Les concentrations en aérosols peuvent être fortement influencées par des sources locales de particules grossières ou fines, telles que les poussières des routes, les incendies pendant l'été et les vents de sables provenant du sud.

L'évaluation des aérosols dans l'air dépend des conditions météorologiques, la dispersion des polluants est moindre en hiver lorsqu'il y a moins de poussières.

De plus, certaines mesures ont montré que la condensation des composés semi-volatiles (comme le nitrate ou composants organiques) est favorisée par de basses températures (Meloë, K, 2004).

La période hivernale (décembre à mars) est généralement caractérisée par une basse température qui empêche le déplacement des masses d'air, les aérosols forment des noyaux de condensation (précipitations), les gouttes de pluie et les gouttelettes de brouillard absorbent les polluants gazeux et les particules pour les entraîner vers le sol sous lequel s'accumulent au lieu d'être dispersés dans l'atmosphère.

Pour la période estivale généralement caractérisée par l'ensoleillement qui provoque un réchauffement des sols et des surfaces. Ceci entraîne des phénomènes de convection qui sont à l'origine de mouvements verticaux et horizontaux de l'atmosphère (l'air chaud étant plus léger que l'air froid). L'ensoleillement agit également sur la transformation photochimique des oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) et de composés organiques volatils (COV) sous l'action des rayons ultraviolets; ces conditions facilitent la formation de polluants photochimiques (aérosols secondaires).

# *Conclusion*

## Conclusion générale

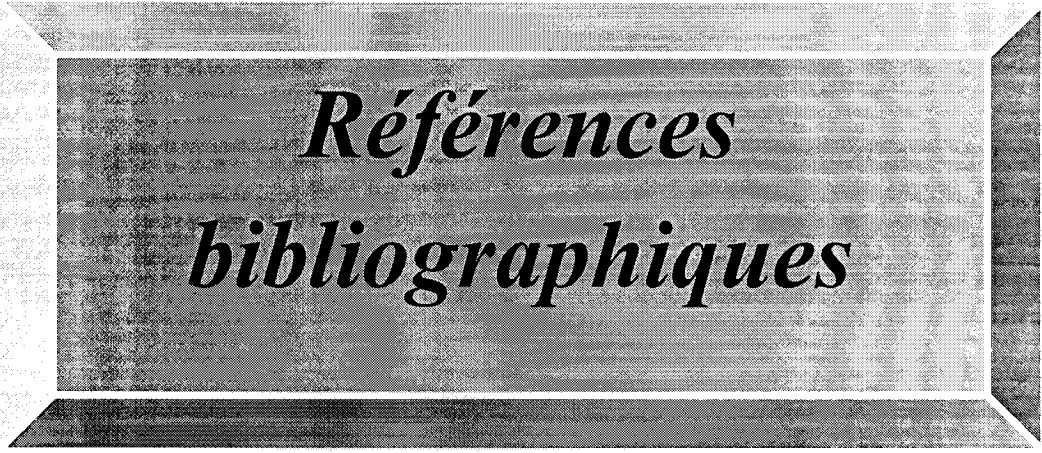
La télédétection est certainement l'une des plus vieilles activités de l'homme, qu'il s'agisse de l'observation visuelle de son environnement. Elle implique aujourd'hui une maîtrise des nombreux processus physiques qui interviennent tout le long de la chaîne de mesure : interaction onde / matière, réception, traitement du signal.

Les principaux produits de la télédétection sont des images numériques utilisées pour des recherches fondamentales en géophysique au sens large (géographie, géologie, océanographie, physique de l'atmosphère) ou pour des applications dérivant de ces disciplines (ressources terrestres minérales et végétales, pollution), mais cet outil a bien d'autres applications dans le domaine de l'environnement.

L'utilisation des méthodes optiques de télédétection a montré son efficacité au cours de cette étude puisqu'elle nous a permis dans un temps relativement court d'établir des cartes de concentration de la matière particulaire au dessus de Jijel. Cette méthode s'avère donc très prometteuse pour les années à venir.

Le présent travail montre que les concentrations en matières particulaires fines sont au-dessous de la norme et il n'y a donc rien à craindre quant à la santé humaine. Cette étude montre également que les matières particulaires varient beaucoup d'une saison à l'autre sans dépasser le niveau de tolérance.

Il en découle que la présente étude nécessite d'être complétée par des études in situ afin de localiser les sources de pollution atmosphériques pour bien expliquer les causes de variabilité des concentrations en matières particulaires dans le temps et dans l'espace.



*Références  
bibliographiques*

## Bibliographie

- \_Antoine, D. 1998.** Apports de la télédétection spatiale de la « couleur de l'océan » à l'océanographie, Ed. Laboratoire de physique et de chimique Paris, P81-51.
- \_CERTU, 2009.** L'air, la santé et les GES dans les débats publics des projets routiers, cete de Lyon, Fiche n°2.
- \_Diaf, N. Bouchaour, M. Merad, L. et Benyoucef, B. 2003.** Paramètre influençant la dispersion des polluants gazeux, In Revue Energies Renouvelables, ICPWE, université de Tlemcen, p 139-142.
- \_Fargion, G. et Mueller, J. 2000.** Ocean optics protocols for satellite Ocean color sensor validation, Ed NASA Goddard space flight center Maryland, p 184.
- \_Friedrich, R. Rabl, A. et Spadaro, J. 2001.** Quantification des coûts de la pollution atmosphérique, cedex 06, Paris, p8.
- \_Gérard, M. 1999.** Atmosphère et Climat, in Climatologie de l'environnement, Dunod, paris, p167.
- \_Girard, MC. et Girard, CM. 1999.** Traitement des données de télédétection, Dunod, Paris, pages 9 à 12, 03, 529.
- \_Girard, MC. 2004.** Traitement des données de télédétection, Dunod, paris, p502.
- \_Jacquemoud, S. 2006.** Physique de l'atmosphère, télédétection et géophysique spatiale, Paris7-Denis Diderot, p9-11.
- \_Lliboutry, L. 1992.** Sciences géométriques et télédétection, édition Masson, Paris Milan Barcelone, p 235, 237.
- \_Mackenzi, A, Bal, AS, Virdée, SR, 2000.** pollution de réchauffement globale. In Essentiel de l'écologie, Rerti, paris, p227.
- \_Masclat, P. 2005.** pollution atmosphérique causes, conséquence, solution, perspectives, Ellipses, paris, p 213.
- \_Meloë K. 2004.** Application de la télédétection spatiale pour la surveillance de la pollution de l'atmosphère en aérosols, Université Pierre et Marie Curie, Paris, p 12-13.
- \_MNP. 2008.** Relation ship between aerosol optical depth an PM2.5 in the netherlands, SATLIMK finalreper.
- \_Pascal, P. 2006.** Initiation à la télédétection, Université de Genève, p1.
- \_Ramad, F. 2000.** Dictionnaire encyclopédique de la pollution, de ediscience international, France, p428.
- \_Ressources naturelles canada. 2003.** Technologie de la télédétection Géomantique, secteur des sciences de la terre, Ottwa, canada.
- \_SARAS : Service de Recherches et Application Spatiales, politique scientifique fédérale Belgique. 2003.** Observation de la terre par satellite, p24.

\_Steinberg, J, Colin, A.2002. Système d'information géographique et télédétection, édition Colin Armand, VUEF, pp 57, 90.

\_Tabeaud, M. 2004. L'Atmosphère, in, la climatologie générale, Armand colin, paris p10.

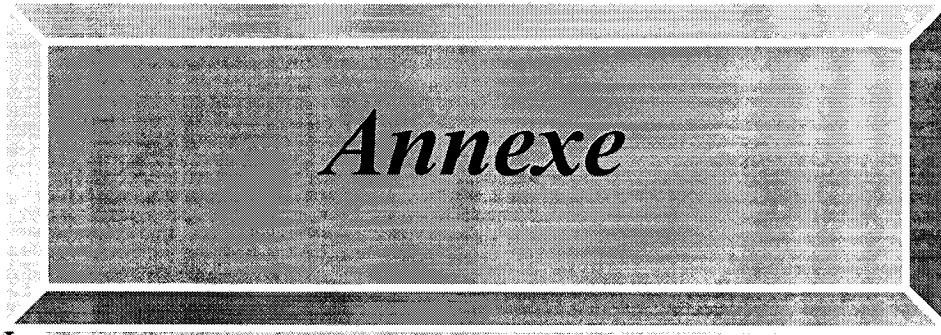
\_Trishchenko, A.P. Luo, Y. Khlopenkov, KV. 2006. A method for downscaling MODIS land channels to 250m spatial resolution using adaptive regression and normalization, Proceedings of SPIE –The International Society for Optical Engineering 6366, art.n0 636607, p8.

\_Ung, A.2003. Cartographie de la pollution atmosphérique en milieu urbain à l'aide de données multi sources, Université, Paris 7 à Denis Diderot.

\_Viala, A.et Botta, A. 2005. Pollution de l'air, In toxicologie, Tec et Doc, Lavoisier, paris, p85.

Sites internet

❖ <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>





## ANNEXE

**Tableau 01:** tableau représente Les données correspondant la figure 18 pour le mois de janvier 2008.

```

MOD08_M3.051.Optical_Depth_Land_And_Ocean_Mean_Mean_Jan2008.G3.input.txt - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
***** Monthly MOD08_M3.051 product ***** Selected Application: latlonplot Aerosol O
164.500 -9.99900e+03-89.500 -163.500 -9.99900e+03-89.500 -162.500 -9.99900e
89.500 -136.500 -9.99900e+03-89.500 -135.500 -9.99900e+03-89.500 -134.500
.99900e+03-89.500 -108.500 -9.99900e+03-89.500 -107.500 -9.99900e+03-89.500
81.500 -9.99900e+03-89.500 -80.500 -9.99900e+03-89.500 -79.500 -9.99900e+
9.500 -53.500 -9.99900e+03-89.500 -52.500 -9.99900e+03-89.500 -51.500
99900e+03-89.500 -25.500 -9.99900e+03-89.500 -24.500 -9.99900e+03-89.500
1.500 -9.99900e+03-89.500 2.500 -9.99900e+03-89.500 3.500 -9.99900e+0
.500 29.500 -9.99900e+03-89.500 30.500 -9.99900e+03-89.500 31.500
9900e+03-89.500 57.500 -9.99900e+03-89.500 58.500 -9.99900e+03-89.500
.500 -9.99900e+03-89.500 85.500 -9.99900e+03-89.500 86.500 -9.99900e+03
500 112.500 -9.99900e+03-89.500 113.500 -9.99900e+03-89.500 114.500
900e+03-89.500 140.500 -9.99900e+03-89.500 141.500 -9.99900e+03-89.500
500 -9.99900e+03-89.500 168.500 -9.99900e+03-89.500 169.500 -9.99900e+03-
00 -164.500 -9.99900e+03-88.500 -163.500 -9.99900e+03-88.500 -162.500 -
00e+03-88.500 -136.500 -9.99900e+03-88.500 -135.500 -9.99900e+03-88.500 -1
00 -9.99900e+03-88.500 -108.500 -9.99900e+03-88.500 -107.500 -9.99900e+03-8
0 -81.500 -9.99900e+03-88.500 -80.500 -9.99900e+03-88.500 -79.500 -9
0e+03-88.500 -53.500 -9.99900e+03-88.500 -52.500 -9.99900e+03-88.500 -5
0 -9.99900e+03-88.500 -25.500 -9.99900e+03-88.500 -24.500 -9.99900e+03-88
.500 -9.99900e+03-88.500 2.500 -9.99900e+03-88.500 3.500 -9.9
+03-88.500 29.500 -9.99900e+03-88.500 30.500 -9.99900e+03-88.500 31.
-9.99900e+03-88.500 57.500 -9.99900e+03-88.500 58.500 -9.99900e+03-88.50
84.500 -9.99900e+03-88.500 85.500 -9.99900e+03-88.500 86.500 -9.9990
-88.500 112.500 -9.99900e+03-88.500 113.500 -9.99900e+03-88.500 114.500
9.99900e+03-88.500 140.500 -9.99900e+03-88.500 141.500 -9.99900e+03-88.500
167.500 -9.99900e+03-88.500 168.500 -9.99900e+03-88.500 169.500 -9.99900e
87.500 -164.500 -9.99900e+03-87.500 -163.500 -9.99900e+03-87.500 -162.500

```

**Tableau 02 :** tableau représente Les données correspondant la figure 18 pour le mois de février 2008.

```

MOD08_M3.051.Optical_Depth_Land_And_Ocean_Mean_Mean_Feb2008.G3.input.txt - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
***** Monthly MOD08_M3.051 product ***** Selected Application: latlonplot Aerosol O
164.500 -9.99900e+03-89.500 -163.500 -9.99900e+03-89.500 -162.500 -9.99900e
89.500 -136.500 -9.99900e+03-89.500 -135.500 -9.99900e+03-89.500 -134.500
.99900e+03-89.500 -108.500 -9.99900e+03-89.500 -107.500 -9.99900e+03-89.500
81.500 -9.99900e+03-89.500 -80.500 -9.99900e+03-89.500 -79.500 -9.99900e+
9.500 -53.500 -9.99900e+03-89.500 -52.500 -9.99900e+03-89.500 -51.500
99900e+03-89.500 -25.500 -9.99900e+03-89.500 -24.500 -9.99900e+03-89.500
1.500 -9.99900e+03-89.500 2.500 -9.99900e+03-89.500 3.500 -9.99900e+0
.500 29.500 -9.99900e+03-89.500 30.500 -9.99900e+03-89.500 31.500
9900e+03-89.500 57.500 -9.99900e+03-89.500 58.500 -9.99900e+03-89.500
.500 -9.99900e+03-89.500 85.500 -9.99900e+03-89.500 86.500 -9.99900e+03
500 112.500 -9.99900e+03-89.500 113.500 -9.99900e+03-89.500 114.500
900e+03-89.500 140.500 -9.99900e+03-89.500 141.500 -9.99900e+03-89.500
500 -9.99900e+03-89.500 168.500 -9.99900e+03-89.500 169.500 -9.99900e+03-
00 -164.500 -9.99900e+03-88.500 -163.500 -9.99900e+03-88.500 -162.500 -
00e+03-88.500 -136.500 -9.99900e+03-88.500 -135.500 -9.99900e+03-88.500 -1
00 -9.99900e+03-88.500 -108.500 -9.99900e+03-88.500 -107.500 -9.99900e+03-8
0 -81.500 -9.99900e+03-88.500 -80.500 -9.99900e+03-88.500 -79.500 -9
0e+03-88.500 -53.500 -9.99900e+03-88.500 -52.500 -9.99900e+03-88.500 -5
0 -9.99900e+03-88.500 -25.500 -9.99900e+03-88.500 -24.500 -9.99900e+03-88
.500 -9.99900e+03-88.500 2.500 -9.99900e+03-88.500 3.500 -9.9
+03-88.500 29.500 -9.99900e+03-88.500 30.500 -9.99900e+03-88.500 31.
-9.99900e+03-88.500 57.500 -9.99900e+03-88.500 58.500 -9.99900e+03-88.50
84.500 -9.99900e+03-88.500 85.500 -9.99900e+03-88.500 86.500 -9.9990
-88.500 112.500 -9.99900e+03-88.500 113.500 -9.99900e+03-88.500 114.500
9.99900e+03-88.500 140.500 -9.99900e+03-88.500 141.500 -9.99900e+03-88.500
167.500 -9.99900e+03-88.500 168.500 -9.99900e+03-88.500 169.500 -9.99900e
87.500 -164.500 -9.99900e+03-87.500 -163.500 -9.99900e+03-87.500 -162.500

```

**Tableau 03:** Tableau représente les données correspondant la figure 18 pour le mois Avril 2008(source : NASA).

```

***** Monthly MOD08_M3.051 product *****selected Application: latlonplot Aerosol O
164.500 -9.99900e+03-89.500 -163.500 -9.99900e+03-89.500 -162.500 -9.99900e+
89.500 -136.500 -9.99900e+03-89.500 -135.500 -9.99900e+03-89.500 -134.500
.99900e+03-89.500 -108.500 -9.99900e+03-89.500 -107.500 -9.99900e+03-89.500
81.500 -9.99900e+03-89.500 -80.500 -9.99900e+03-89.500 -79.500 -9.99900e+
9.500 -53.500 -9.99900e+03-89.500 -52.500 -9.99900e+03-89.500 -51.500
99900e+03-89.500 -25.500 -9.99900e+03-89.500 -24.500 -9.99900e+03-89.500
1.500 -9.99900e+03-89.500 2.500 -9.99900e+03-89.500 3.500 -9.99900e+0
.500 29.500 -9.99900e+03-89.500 30.500 -9.99900e+03-89.500 31.500
9900e+03-89.500 57.500 -9.99900e+03-89.500 58.500 -9.99900e+03-89.500
.500 -9.99900e+03-89.500 85.500 -9.99900e+03-89.500 86.500 -9.99900e+03
500 112.500 -9.99900e+03-89.500 113.500 -9.99900e+03-89.500 114.500
900e+03-89.500 140.500 -9.99900e+03-89.500 141.500 -9.99900e+03-89.500
500 -9.99900e+03-89.500 168.500 -9.99900e+03-89.500 169.500 -9.99900e+03-
00 -164.500 -9.99900e+03-88.500 -163.500 -9.99900e+03-88.500 -162.500 -
00e+03-88.500 -136.500 -9.99900e+03-88.500 -135.500 -9.99900e+03-88.500 -1
00 -9.99900e+03-88.500 -108.500 -9.99900e+03-88.500 -107.500 -9.99900e+03-8
0 -81.500 -9.99900e+03-88.500 -80.500 -9.99900e+03-88.500 -79.500 -9
0e+03-88.500 -53.500 -9.99900e+03-88.500 -52.500 -9.99900e+03-88.500 -5
0 -9.99900e+03-88.500 -25.500 -9.99900e+03-88.500 -24.500 -9.99900e+03-88
1.500 -9.99900e+03-88.500 2.500 -9.99900e+03-88.500 3.500 -9.9
+03-88.500 29.500 -9.99900e+03-88.500 30.500 -9.99900e+03-88.500 31.
-9.99900e+03-88.500 57.500 -9.99900e+03-88.500 58.500 -9.99900e+03-88.50
84.500 -9.99900e+03-88.500 85.500 -9.99900e+03-88.500 86.500 -9.9990
-88.500 112.500 -9.99900e+03-88.500 113.500 -9.99900e+03-88.500 114.500
9.99900e+03-88.500 140.500 -9.99900e+03-88.500 141.500 -9.99900e+03-88.500
167.500 -9.99900e+03-88.500 168.500 -9.99900e+03-88.500 169.500 -9.99900e
87.500 -164.500 -9.99900e+03-87.500 -163.500 -9.99900e+03-87.500 -162.500
.99900e+03-87.500 -136.500 -9.99900e+03-87.500 -135.500 -9.99900e+03-87.500
09.500 -9.99900e+03-87.500 -108.500 -9.99900e+03-87.500 -107.500 -9.99900e+
7.500 -81.500 -9.99900e+03-87.500 -80.500 -9.99900e+03-87.500 -79.500
99900e+03-87.500 -53.500 -9.99900e+03-87.500 -52.500 -9.99900e+03-87.500
6.500 -9.99900e+03-87.500 -25.500 -9.99900e+03-87.500 -24.500 -9.99900e+0

```

**Tableau 04:** Tableau représente les données correspondant la figure 18 pour le mois de juillet 2008.

```

***** Monthly MOD08_M3.051 product *****selected Application: latlonplot Aerosol O
164.500 -9.99900e+03-89.500 -163.500 -9.99900e+03-89.500 -162.500 -9.99900e
89.500 -136.500 -9.99900e+03-89.500 -135.500 -9.99900e+03-89.500 -134.500
.99900e+03-89.500 -108.500 -9.99900e+03-89.500 -107.500 -9.99900e+03-89.500
81.500 -9.99900e+03-89.500 -80.500 -9.99900e+03-89.500 -79.500 -9.99900e+
9.500 -53.500 -9.99900e+03-89.500 -52.500 -9.99900e+03-89.500 -51.500
99900e+03-89.500 -25.500 -9.99900e+03-89.500 -24.500 -9.99900e+03-89.500
1.500 -9.99900e+03-89.500 2.500 -9.99900e+03-89.500 3.500 -9.99900e+0
.500 29.500 -9.99900e+03-89.500 30.500 -9.99900e+03-89.500 31.500
9900e+03-89.500 57.500 -9.99900e+03-89.500 58.500 -9.99900e+03-89.500
.500 -9.99900e+03-89.500 85.500 -9.99900e+03-89.500 86.500 -9.99900e+03
500 112.500 -9.99900e+03-89.500 113.500 -9.99900e+03-89.500 114.500
900e+03-89.500 140.500 -9.99900e+03-89.500 141.500 -9.99900e+03-89.500
500 -9.99900e+03-89.500 168.500 -9.99900e+03-89.500 169.500 -9.99900e+03-
00 -164.500 -9.99900e+03-88.500 -163.500 -9.99900e+03-88.500 -162.500 -
00e+03-88.500 -136.500 -9.99900e+03-88.500 -135.500 -9.99900e+03-88.500 -1
00 -9.99900e+03-88.500 -108.500 -9.99900e+03-88.500 -107.500 -9.99900e+03-8
0 -81.500 -9.99900e+03-88.500 -80.500 -9.99900e+03-88.500 -79.500 -9
0e+03-88.500 -53.500 -9.99900e+03-88.500 -52.500 -9.99900e+03-88.500 -5
0 -9.99900e+03-88.500 -25.500 -9.99900e+03-88.500 -24.500 -9.99900e+03-88
1.500 -9.99900e+03-88.500 2.500 -9.99900e+03-88.500 3.500 -9.9
+03-88.500 29.500 -9.99900e+03-88.500 30.500 -9.99900e+03-88.500 31.
-9.99900e+03-88.500 57.500 -9.99900e+03-88.500 58.500 -9.99900e+03-88.50
84.500 -9.99900e+03-88.500 85.500 -9.99900e+03-88.500 86.500 -9.9990
-88.500 112.500 -9.99900e+03-88.500 113.500 -9.99900e+03-88.500 114.500
9.99900e+03-88.500 140.500 -9.99900e+03-88.500 141.500 -9.99900e+03-88.500
167.500 -9.99900e+03-88.500 168.500 -9.99900e+03-88.500 169.500 -9.99900e
87.500 -164.500 -9.99900e+03-87.500 -163.500 -9.99900e+03-87.500 -162.500
.99900e+03-87.500 -136.500 -9.99900e+03-87.500 -135.500 -9.99900e+03-87.500

```

**Tableau 05:** Tableau représente les données correspondant la figure 18 pour le mois de Aout 2008(source : NASA).

```

MOD08_M3.051.Optical_Depth_Land_And_Ocean_Mean_Mean.Aug2008.G3.input.txt - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
***** Monthly MOD08_M3.051 product ***** Selected Application: latlonplot Aerosol o
164.500 -9.99900e+03-89.500 -163.500 -9.99900e+03-89.500 -162.500 -9.99900e
89.500 -136.500 -9.99900e+03-89.500 -135.500 -9.99900e+03-89.500 -134.500
.99900e+03-89.500 -108.500 -9.99900e+03-89.500 -107.500 -9.99900e+03-89.500
81.500 -9.99900e+03-89.500 -80.500 -9.99900e+03-89.500 -79.500 -9.99900e+
9.500 -53.500 -9.99900e+03-89.500 -52.500 -9.99900e+03-89.500 -51.500
99900e+03-89.500 -25.500 -9.99900e+03-89.500 -24.500 -9.99900e+03-89.500
1.500 -9.99900e+03-89.500 2.500 -9.99900e+03-89.500 3.500 -9.99900e+0
.500 29.500 -9.99900e+03-89.500 30.500 -9.99900e+03-89.500 31.500
9900e+03-89.500 57.500 -9.99900e+03-89.500 58.500 -9.99900e+03-89.500
.500 -9.99900e+03-89.500 85.500 -9.99900e+03-89.500 86.500 -9.99900e+03
500 112.500 -9.99900e+03-89.500 113.500 -9.99900e+03-89.500 114.500
900e+03-89.500 140.500 -9.99900e+03-89.500 141.500 -9.99900e+03-89.500
500 -9.99900e+03-89.500 168.500 -9.99900e+03-89.500 169.500 -9.99900e+03-
00 -164.500 -9.99900e+03-88.500 -163.500 -9.99900e+03-88.500 -162.500 -
00e+03-88.500 -136.500 -9.99900e+03-88.500 -135.500 -9.99900e+03-88.500 -1
00 -9.99900e+03-88.500 -108.500 -9.99900e+03-88.500 -107.500 -9.99900e+03-8
0 -81.500 -9.99900e+03-88.500 -80.500 -9.99900e+03-88.500 -79.500 -9
0e+03-88.500 -53.500 -9.99900e+03-88.500 -52.500 -9.99900e+03-88.500 -5
0 -9.99900e+03-88.500 -25.500 -9.99900e+03-88.500 -24.500 -9.99900e+03-88
1.500 -9.99900e+03-88.500 2.500 -9.99900e+03-88.500 3.500 -9.9
+03-88.500 29.500 -9.99900e+03-88.500 30.500 -9.99900e+03-88.500 31.
-9.99900e+03-88.500 57.500 -9.99900e+03-88.500 58.500 -9.99900e+03-88.50
84.500 -9.99900e+03-88.500 85.500 -9.99900e+03-88.500 86.500 -9.9990
-88.500 112.500 -9.99900e+03-88.500 113.500 -9.99900e+03-88.500 114.500
9.99900e+03-88.500 140.500 -9.99900e+03-88.500 141.500 -9.99900e+03-88.500
167.500 -9.99900e+03-88.500 168.500 -9.99900e+03-88.500 169.500 -9.99900e
87.500 -164.500 -9.99900e+03-87.500 -163.500 -9.99900e+03-87.500 -162.500
.99900e+03-87.500 -136.500 -9.99900e+03-87.500 -135.500 -9.99900e+03-87.500

```

**Tableau 06:** Tableau représente les données correspondant la figure 18 pour le mois de décembre 2008.

```

MOD08_M3.051.Optical_Depth_Land_And_Ocean_Mean_Mean.Dec2008.G3.input.txt - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
***** Monthly MOD08_M3.051 product ***** Selected Application: latlonplot Aerosol o
164.500 -9.99900e+03-89.500 -163.500 -9.99900e+03-89.500 -162.500 -9.99900e
89.500 -136.500 -9.99900e+03-89.500 -135.500 -9.99900e+03-89.500 -134.500
.99900e+03-89.500 -108.500 -9.99900e+03-89.500 -107.500 -9.99900e+03-89.500
81.500 -9.99900e+03-89.500 -80.500 -9.99900e+03-89.500 -79.500 -9.99900e+
9.500 -53.500 -9.99900e+03-89.500 -52.500 -9.99900e+03-89.500 -51.500
99900e+03-89.500 -25.500 -9.99900e+03-89.500 -24.500 -9.99900e+03-89.500
1.500 -9.99900e+03-89.500 2.500 -9.99900e+03-89.500 3.500 -9.99900e+0
.500 29.500 -9.99900e+03-89.500 30.500 -9.99900e+03-89.500 31.500
9900e+03-89.500 57.500 -9.99900e+03-89.500 58.500 -9.99900e+03-89.500
.500 -9.99900e+03-89.500 85.500 -9.99900e+03-89.500 86.500 -9.99900e+03
500 112.500 -9.99900e+03-89.500 113.500 -9.99900e+03-89.500 114.500
900e+03-89.500 140.500 -9.99900e+03-89.500 141.500 -9.99900e+03-89.500
500 -9.99900e+03-89.500 168.500 -9.99900e+03-89.500 169.500 -9.99900e+03-
00 -164.500 -9.99900e+03-88.500 -163.500 -9.99900e+03-88.500 -162.500 -
00e+03-88.500 -136.500 -9.99900e+03-88.500 -135.500 -9.99900e+03-88.500 -1
00 -9.99900e+03-88.500 -108.500 -9.99900e+03-88.500 -107.500 -9.99900e+03-8
0 -81.500 -9.99900e+03-88.500 -80.500 -9.99900e+03-88.500 -79.500 -9
0e+03-88.500 -53.500 -9.99900e+03-88.500 -52.500 -9.99900e+03-88.500 -5
0 -9.99900e+03-88.500 -25.500 -9.99900e+03-88.500 -24.500 -9.99900e+03-88
1.500 -9.99900e+03-88.500 2.500 -9.99900e+03-88.500 3.500 -9.9
+03-88.500 29.500 -9.99900e+03-88.500 30.500 -9.99900e+03-88.500 31.
-9.99900e+03-88.500 57.500 -9.99900e+03-88.500 58.500 -9.99900e+03-88.50
84.500 -9.99900e+03-88.500 85.500 -9.99900e+03-88.500 86.500 -9.9990
-88.500 112.500 -9.99900e+03-88.500 113.500 -9.99900e+03-88.500 114.500
9.99900e+03-88.500 140.500 -9.99900e+03-88.500 141.500 -9.99900e+03-88.500
167.500 -9.99900e+03-88.500 168.500 -9.99900e+03-88.500 169.500 -9.99900e
87.500 -164.500 -9.99900e+03-87.500 -163.500 -9.99900e+03-87.500 -162.500
.99900e+03-87.500 -136.500 -9.99900e+03-87.500 -135.500 -9.99900e+03-87.500

```

<p align="center"><b><u>Présenter par :</u></b></p> <p><b>Laib Nadjet Benmeriouma Nadia</b></p>	<p align="center"><b><u>Date de soutenance :</u></b></p> <p align="center">Juin 2011</p>
<p align="center"><b><u>Thème</u></b></p> <p align="center"><b>Cartographie de la pollution de l'air au-dessus de la zone côtière de Jijel à partir des images satellitaires</b></p>	
<p align="center"><b><u>ملخص</u></b></p> <p>تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد يسمح لنا بتحديد درجة تلوث الهواء. وتستند هذه الدراسة على المراقبة التي تقوم بها البرامج جيوفاني و SeaDAS بواسطة صور الاقمار الصناعية MODIS و MISR التي تبين لنا تركيز الجسيمات الدقيقة في الهواء لولاية جيجل. الكلمات المفتاحية: تلوث الهواء ، والمنطقة الساحلية من ولاية جيجل ، والاستشعار عن بعد ، الجسيمات الدقيقة.</p>	
<p align="center"><b><u>Résumé</u></b></p> <p>L'application de la télédétection nous permet de déterminer le degré de la pollution de l'air.</p> <p>Cette étude, basée sur observation par les logiciels de visualisation SeaDAS et Giovanni des images MODIS et MISR, montre que les concentrations en matières particulaires fines sont normales au-dessus de Jijel.</p> <p><b>Mots clés :</b> pollution de l'air, zone côtière de Jijel, télédétection, matières particulaire fine.</p>	
<p align="center"><b><u>Summary</u></b></p> <p>The application of remote sensing allows us to determine the degree of air pollution. This study, based on observation by the visualization software and SeaDAS Giovanni MODIS and MERIS images, shows that the concentrations of fine particulate matter are normal above Jijel.</p> <p><b>Key words:</b> air pollution, coastal area of Jijel, remote sensing, fine particulate matter.</p>	
<p align="center"><b>Responsable de recherche : M<sup>R</sup> Boudjelal F.</b></p>	