Constellation Terre

Dépouillement des images de nuit à partir de la Station Spatiale Internationale

Stage Juillet 2008

Tasserie Laurent

Encadrant Michel Bonavitacola

Introduction

Les effets de la pollution lumineuse se font ressentir à de nombreuses échelles et il est intéressant d'étudier ce phénomène à différents niveaux.(contrôle des éclairages à partir du sol, de l'espace, étude d'impact sur la faune local, suivi , contrôle moyens aériens, Parc et réserves naturelles, …)

L'ambition de ce stage s'inscrit dans cet esprit. Le souhait a été d'extraire les informations disponibles dans les photos brutes réalisées à bord de l' I.S.S. Les propriétés physiques des phénomènes non pas été prise en compte durant ce stage.

But : Identification des sources à partir de photo prise de l'ISS.

La photo que j'utilise provient du site de la Nasa : http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/clickmap/

I. Bref historique

II. La Station Spatiale Internationale.

III. Description des programmes réalisés et résultats.

IV. Application à la zone de Toulouse et ses environs

Partie I : Historique

Landsat1 lancé en 1972 fut le premier satellite de télédétection.

- un système de Scanner Multi spectral, bande 0,5 à 1,1 micron, résolution de 80 mètres, une bande de 0,5 à 0,75 micromètre.

Landsat7 lancé en 1999 possède un instrument nommé Enhanced thematic mapper.

- bandes multi-spectrales de résolution 30 mètres, résolution de 60 mètres dans une bande de 10,4 à 12,5 microns, bande panchromatique d'une résolution de 15 mètres pour une bande de 0,5 à 0,9 microns.

NOAA AVHR (DMSP), TERRA, METEOSAT,..

En 1978, la France a décidé de lancer le programme Spot, réalisé par le CNES en collaboration avec la Belgique et la Suède.

→ Ce sont des satellites héliosynchrones, altitude de 820 km, sur des orbites quasi polaires, inclinaison de 98,7° et sont équipés de capteurs jumelés donnant, dans les domaines spectraux du visible et de l'infrarouge proche, une résolution spatiale de 10 à 20 m.

→ Depuis le début de l'année 2007, les images SPOT 5 ont pris un caractère "grand public" par leur contribution significative à l'amélioration des images offertes par l'outil Google Earth.

Partie II : Station Spatiale Internationale

Caractéristiques de l'orbite :

Son altitude est d'environ 400 kms
Orbite Circulaire, inclinée de 51,6° par rapport à l'équateur
vitesse moyenne de 27,744 kms/h
tour de la Terre en 90 minutes.
15,7 fois son orbite en une journée.

Lorsqu'un dispositif photo ou camera est fixé à une fenêtre, l'ISS sert de trépied.

Les lumières des villes se déplacent alors très rapidement, surtout pour des temps d'exposition longs.

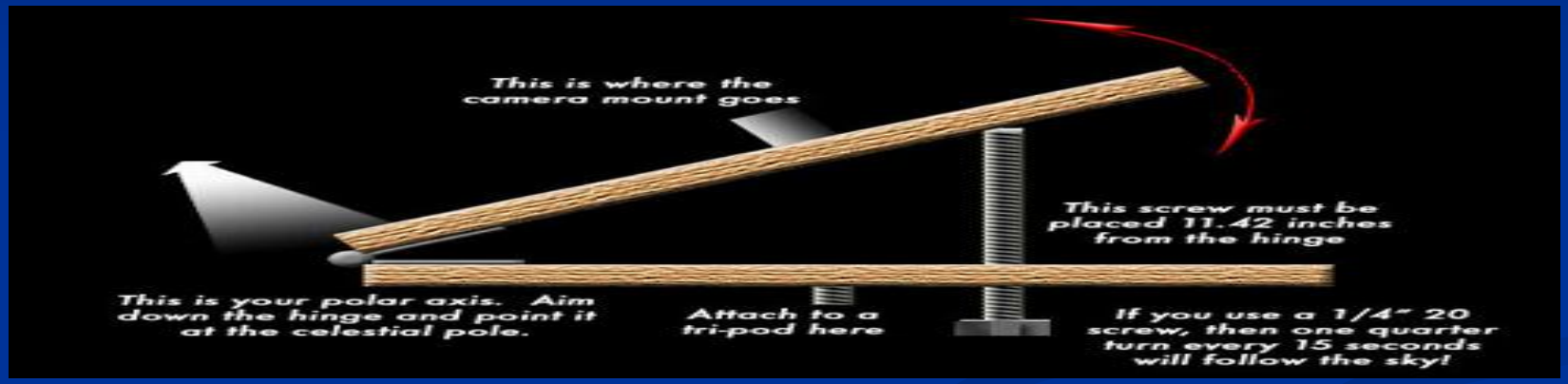
→ Il faut donc pouvoir annuler le mouvement orbital de l'ISS.

Utilisation du principe du 'barn door tracker'

Partie II

Barn Door Trackers :

Le montage du Barn Door Trackers se base sur un dispositif mécanique qui permet la transmission d'une rotation angulaire entre deux planches. Deux planches sont maintenues ensemble par une charnière. L'axe de la charnière est dirigé selon le pôle nord céleste (pour hémisphère Nord). Une vis (diamètre 0,63 cm) permet de mettre en mouvement la caméra et son champ de détection. Une monture déplace l'appareil photo d'un angle correspondant au mouvement du ciel.



En plaçant la vis à une distance bien choisie (29 cm) et en tournant à un tour minute, le système permettra un suivi du ciel correct. Avec ce mouvement, on reproduit un mouvement du système de 360° en 24h. (Le suivi doit se faire à la vitesse de rotation de la Terre)

→ Permet un suivi d'un objet avec de longues expositions sans traces ni traînée.

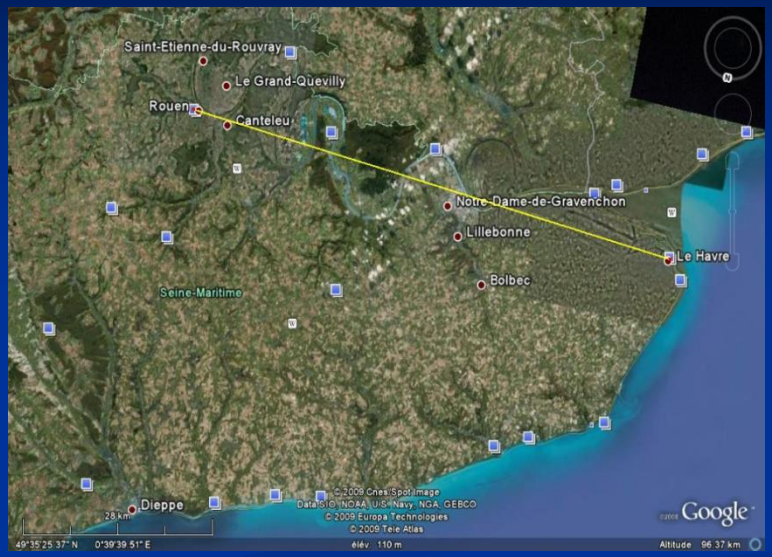
→ En s'inspirant du principe du Barn Door Trackers, le montage présent sur l'ISS s'est adapté de manière à compenser le mouvement orbital de la Station pour effectuer des photos des villes de nuit sans Traînés.

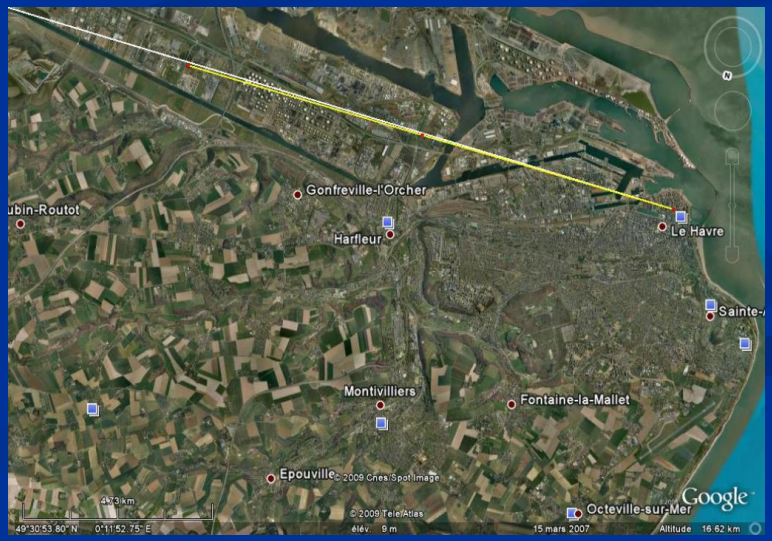
Partie II

Google Earth me permet :

- De zoomer sur une zone du globe
- De relier et donner la distance en kms entre deux points

→ Liste des villes entre deux points





Partie III : Photo étudiée

- Image à haute résolution qui se compose de 3060 x 2036 pixels CCD, RGBG array
- Date de prise de vue: O2/11/2003
- Longitude (au Nadir) de 48,7 et de longitude (au nadir) 00,0.
- Villes principales de la photo : Le Havre (latitude 49° 30'N, longitude 0°6'E), Rouen (latitude 49° 25'N, longitude 1° 4'E), et Caen (latitude 49° 10'N, longitude 0° 22'W).
- Distance focale de l'appareil : 50mm
- Modèle de instrument :
  KODAK S/N : K760C-01469

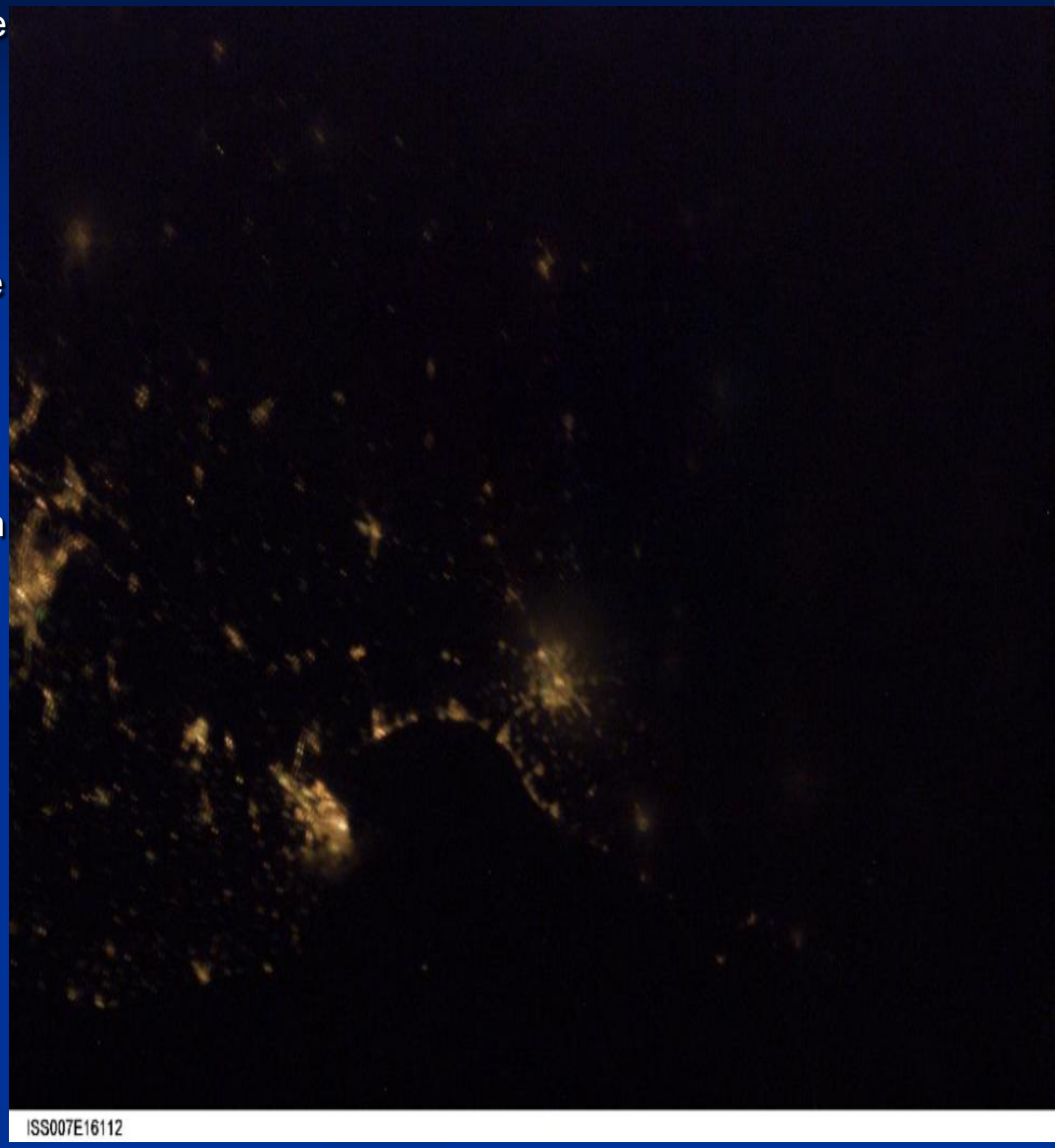


Photo du Nord de la France (→Normandie)

Partie III

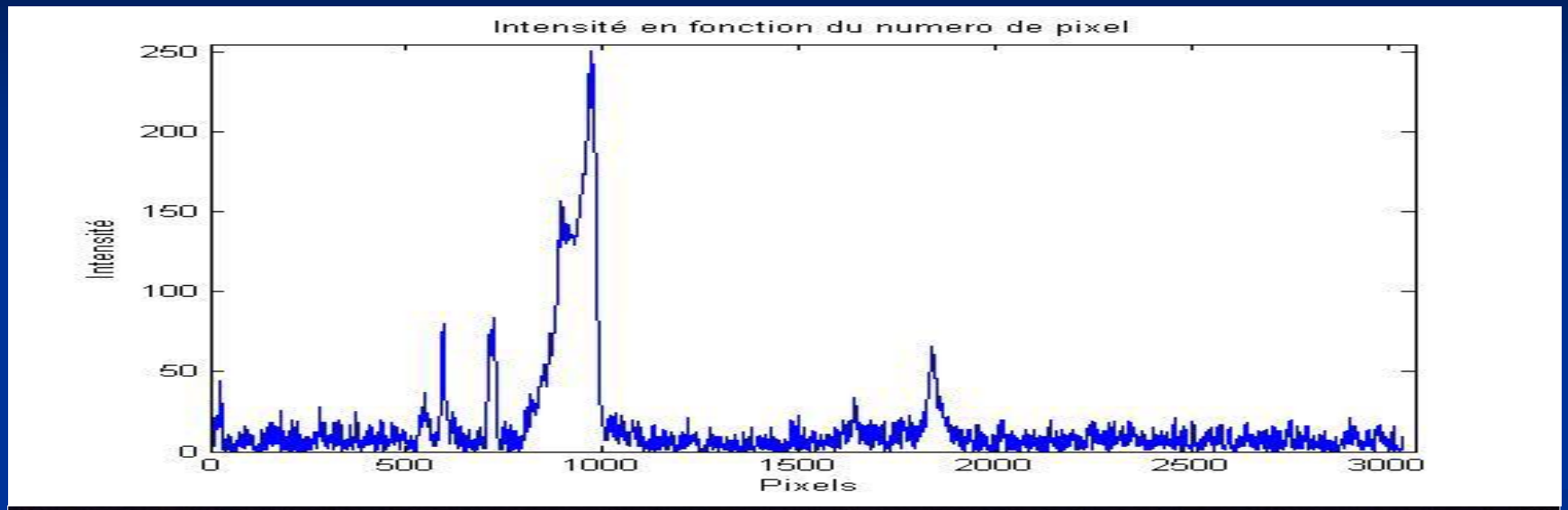
Dans un premier temps, l’objectif est l’’identification des sources lumineuses de la photo.

Le programme réalisé permet de tracer les intensités détectées par rapport au numéro de pixel.

→ Identification des villes, et sources lumineuses

Partie III

Représentation 2D :

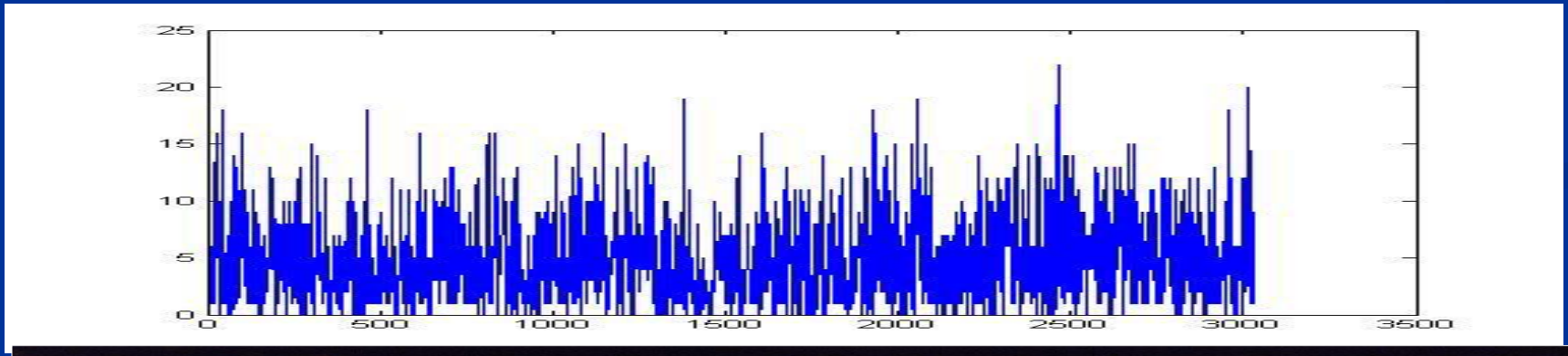


Partie III

Bruit :

Les divers bruits générés par un système CCD peuvent être des bruit intrinsèques produits par la chaîne de détection (Le CCD, les divers étages d'amplification, …), des bruits externes, bruits électromagnétiques générés par les instruments proches qui perturbent la mesure.

- → Intensité de la ligne 150 correspond à l'Océan Atlantique sur ma photo, on comprend que notre photo est bruitée.
- → On ne peut pas percevoir les sources très faibles car confondues avec le bruit.



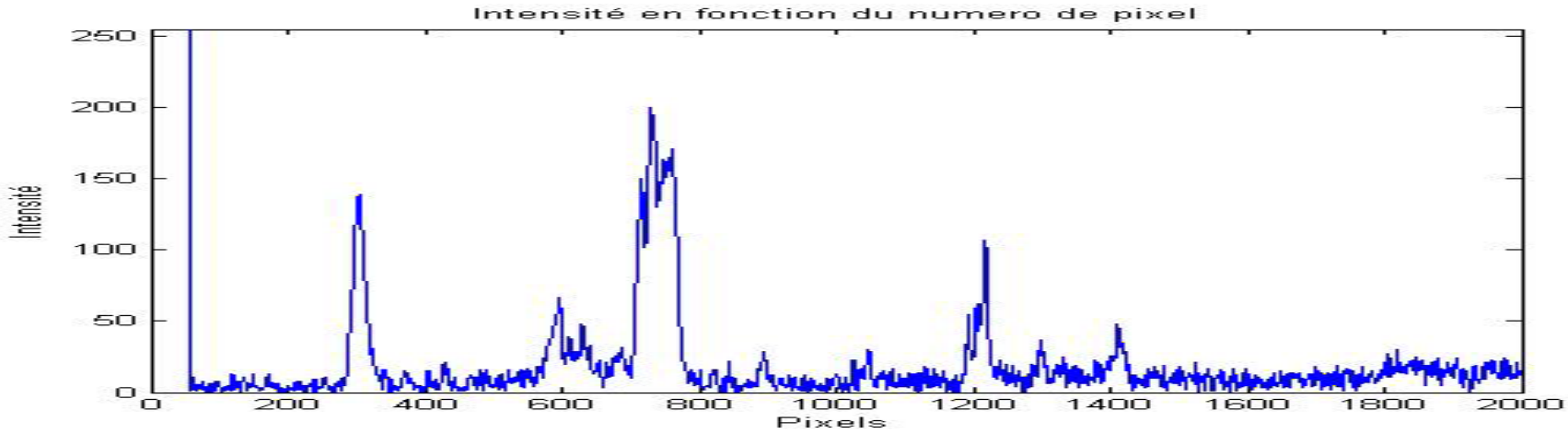
Partie III

Conversion :

En mesurant sur la photo, 2064 pixels équivalents à 56,9 cm. (1)

13 cm sur la photo brute représentent 34 kilomètres entre Fécamp et Gravenchon. (2)
(2 pics principaux)

kms reel via Google Earth → cms (2) → Conversion en équivalent pixels (1)



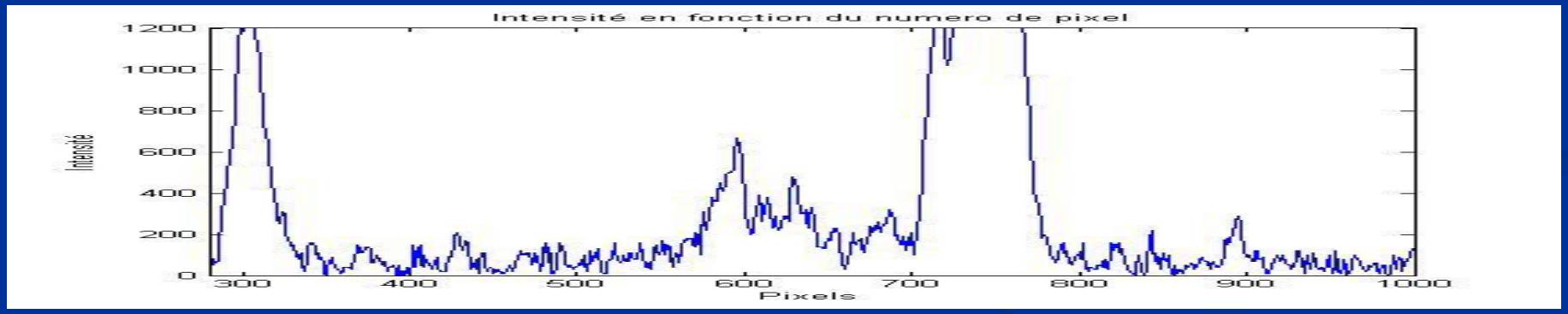
Inventaire des villes entre Fécamp et Gravenchon en notant le nombre de kms par rapport à Fécamp.

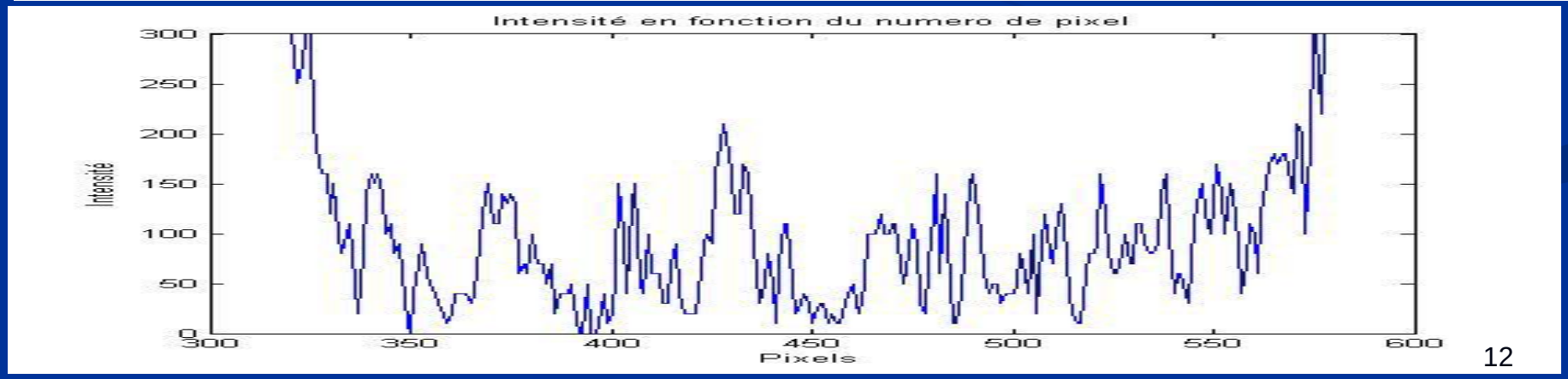
Repère-t-on les villes sur le graphique aux pixels équivalents que l'on calcule?

Fécamp	Tourville	Mentheville	Annouville-vilmesnil	Gonfreville	Vattetot	Nointo	Bolbec
00(Kms)	5,26	8,21	9,87	12,9	15,77	19,4	22
304 (*)	378	418	435	483	523	574	609

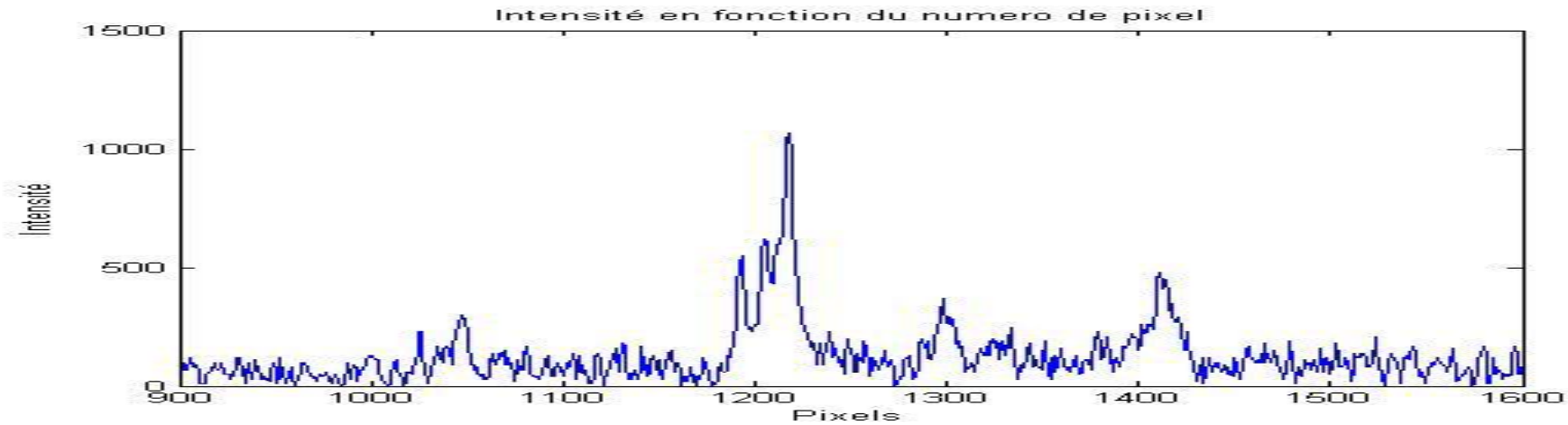
Gruchet	Folleville	Lillebonne	Gravenchon
23,85	28	28,9	32,6
635	693	705	756

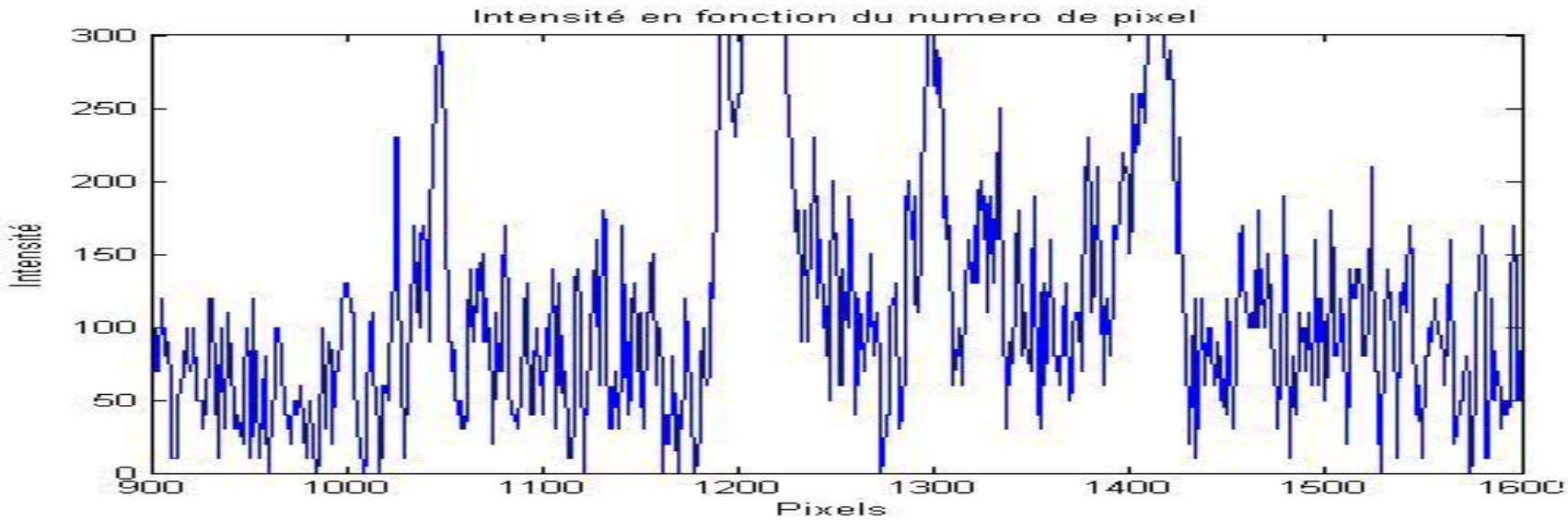
(*) équivalent (approché) en pixels de la valeur en kms





- Trouville Colletot Saint philbert Freneuse Berquerie La croix blanche Brionne Aclou
  40,6 48,6 55,3 60,5 61,9 63,25 67,64 69,7
  867 979 1064 1143 1162 1181 1235 1271
  Fontenay La riviere Thiboubille Nassandres Beaumont La Housaille Saint margeurite
  72,1 72,9 75,3 81,2 90,3 101,2
  1304 1307 1348 1423 1556 1707





Partie III

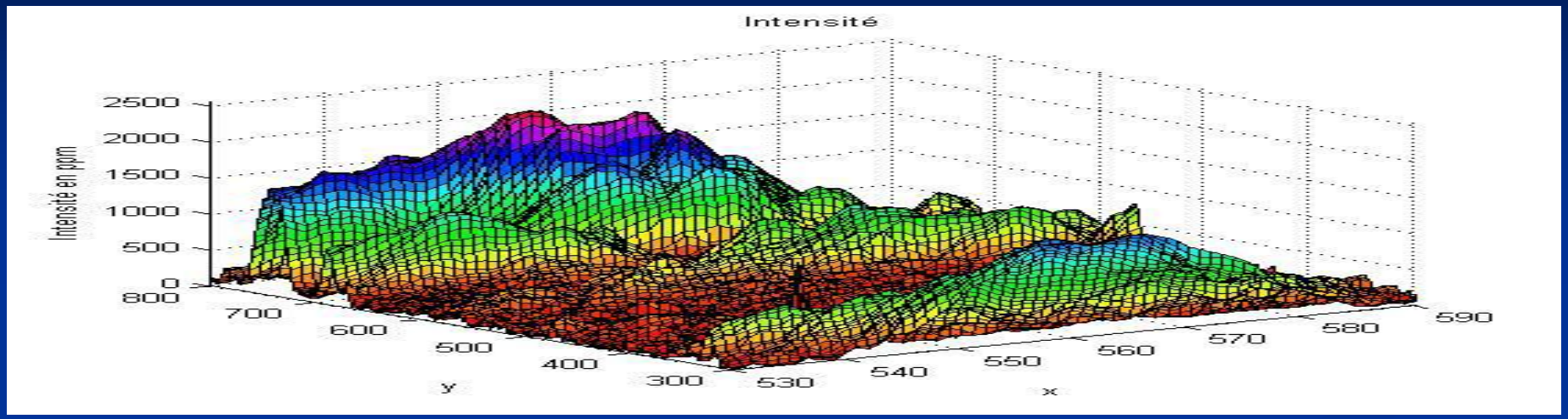
Observations sur la représentation 2D :

Il possible que la droite tracé sur ma photo ne soit pas exactement celle que j'utilise pour repérer les villes sur Google Earth (→ incertitude identification)

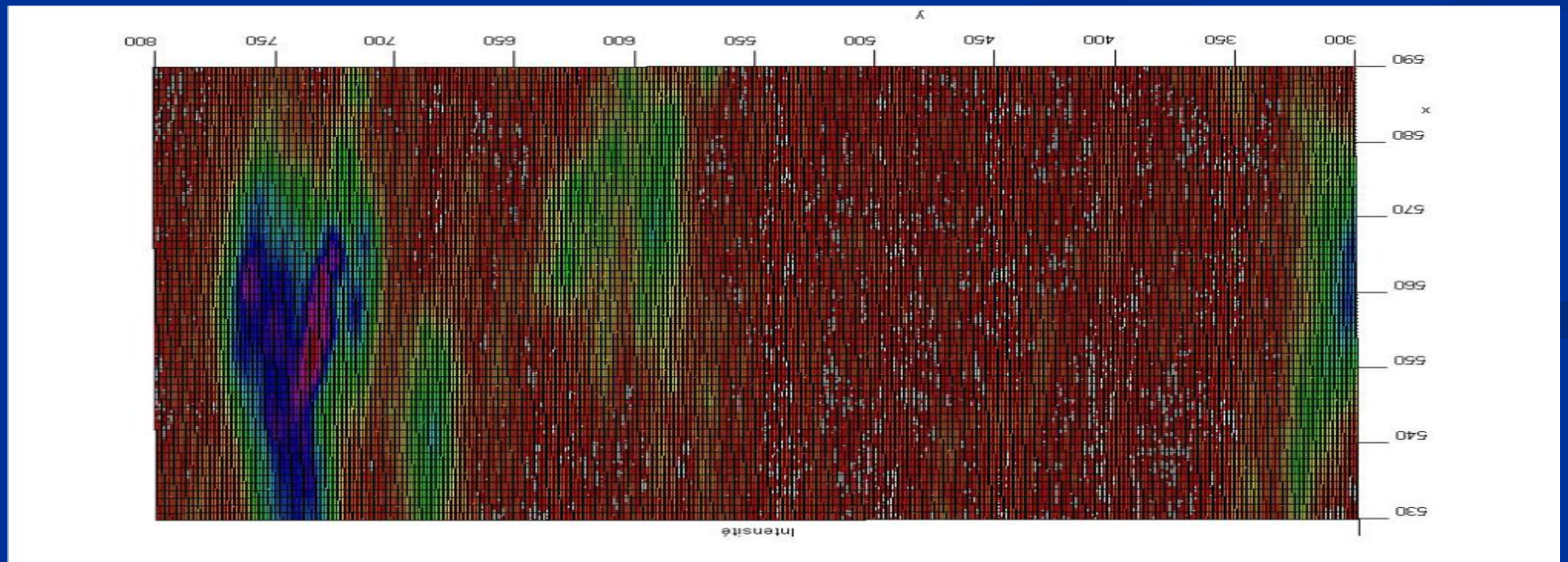
Distinction de pics pouvant correspondre aux villes listées. Si on admet que les sursauts correspondent à nos villes listées, on arrive à percevoir les villes à partir d'une intensité supérieure à 10 ppm.

Partie III

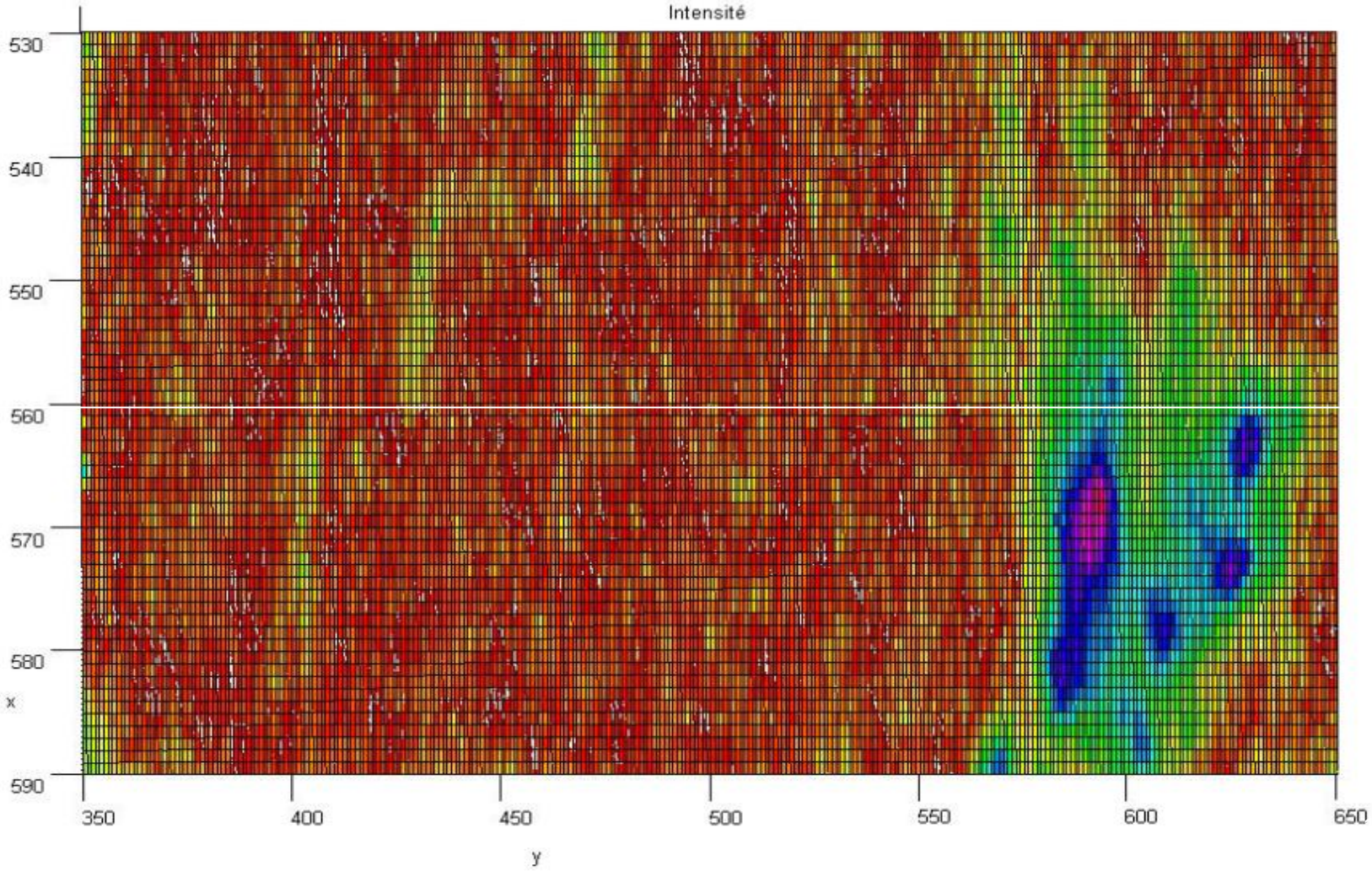
Un second programme me permet de représenter une zone de ma photo en 3D, tenant compte de l'intensité en fonction des coordonnées X et Y de chaque point de la photo.



Repère-t-on les villes trouvées préalablement avec la représentation en intensité 2D ?

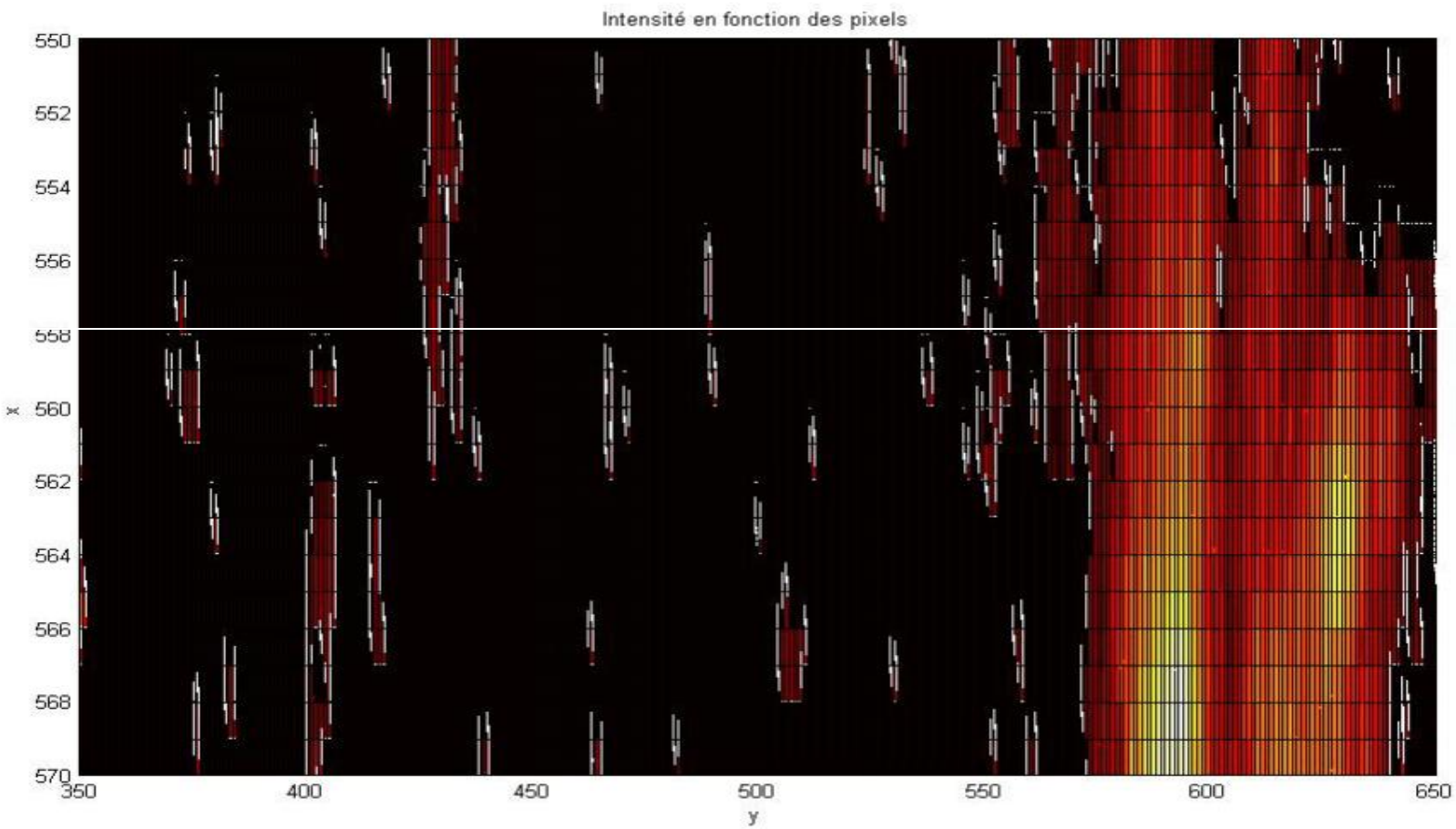


Fécamp	Tourville	Mentheville	Annouville-vilmesnil	Gonfreville	Vattetot	Nointo	Bolbec
00(Kms)	5,26	8,21	9,87	12,9	15,77	19,4	22
304 (*)	378	418	435	483	523	574	609
Gruchet	Folleville	Lillebonne	Gravenchon				
23,85	28	28,9	32,6				
635	693	705	756				



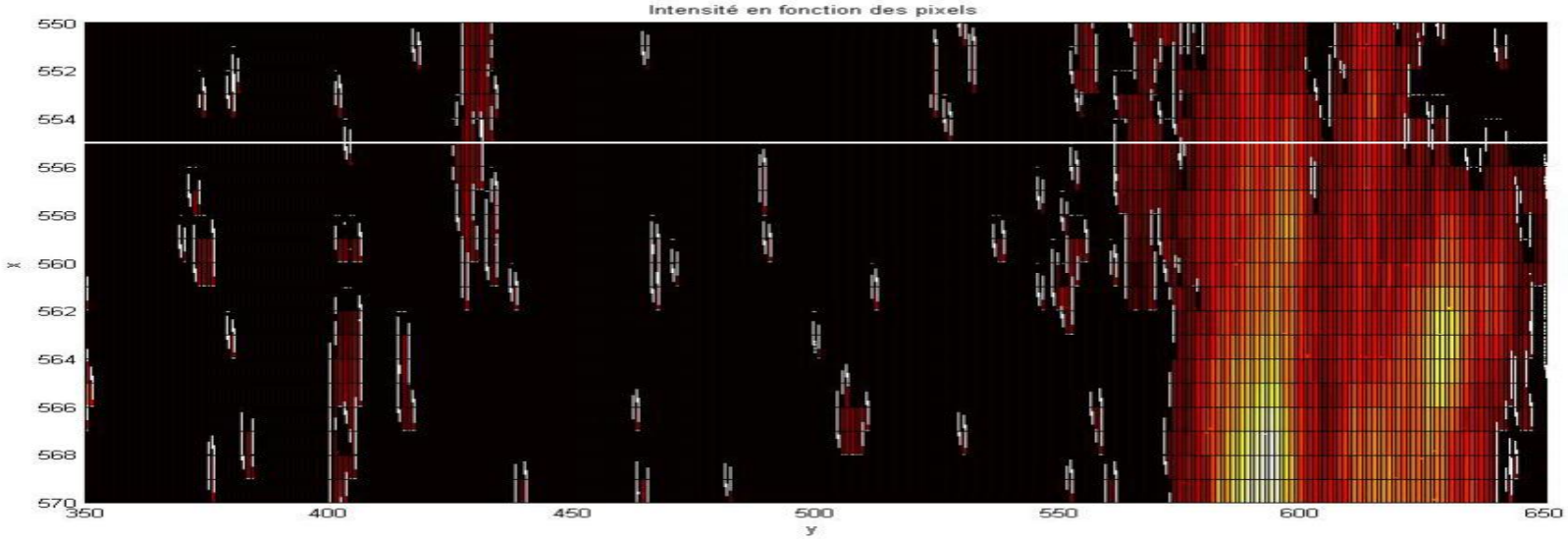
Ce programme me permet ensuite de représenter graphiquement l'étendue des sources lumineuses au dessus d'un seuil choisi (le reste est mis à zéro).

Tourville	Mentheville	Annouville	Gonfreville	Vattetot	Nointo	Bolbec	Gruchet la Valasse
5,26	8,21	9,87	12,9	15,77	19,4	22	23,85
378	418	435	483	523	574	609	635



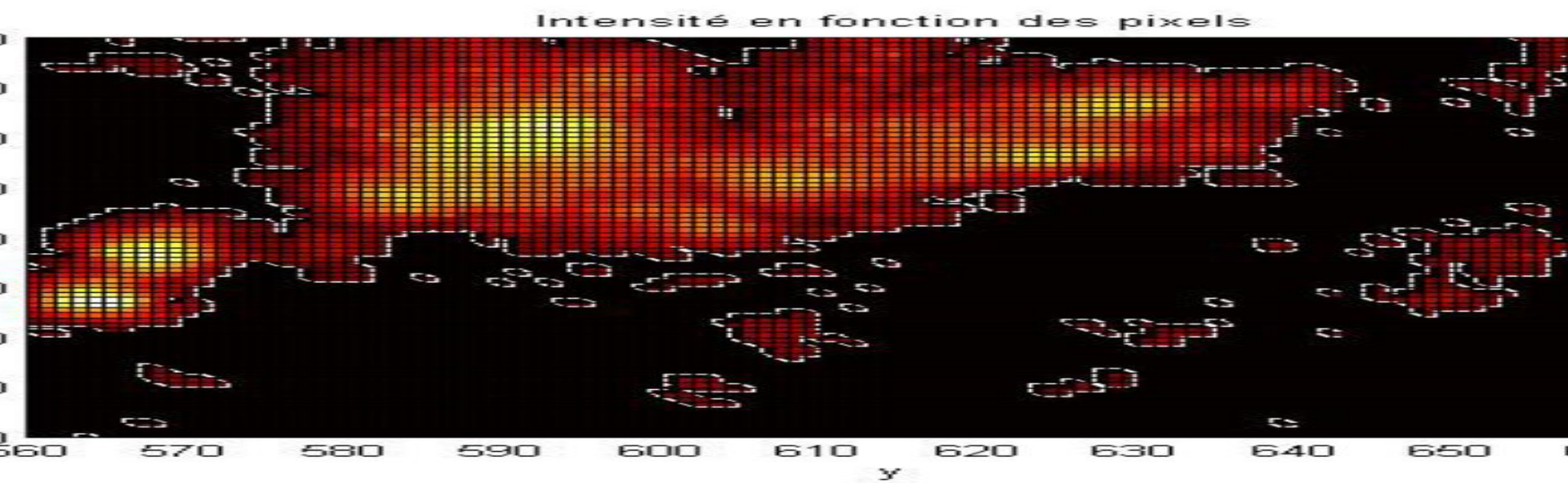
Partie III

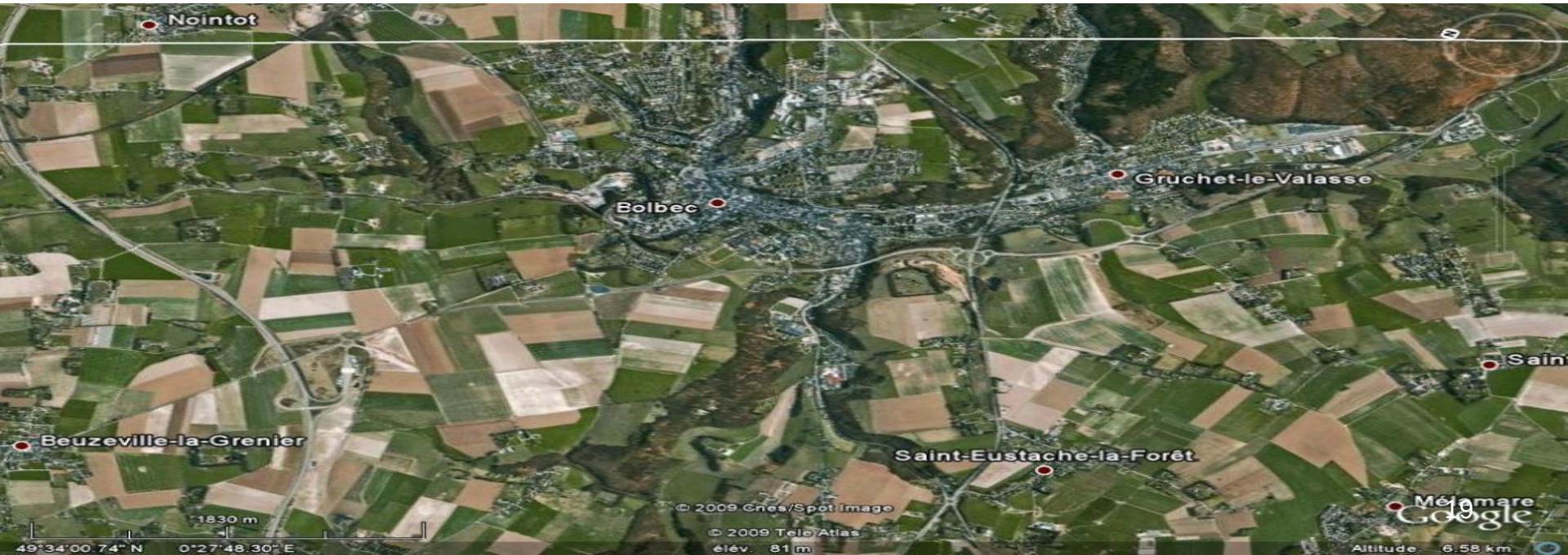
Tourville	Mentheville	Annouville	Gonfreville	Vattetot	Nointo	Bolbec
5,26	8,21	9,87	12,9	15,77	19,4	22
378	418	435	483	523	574	609

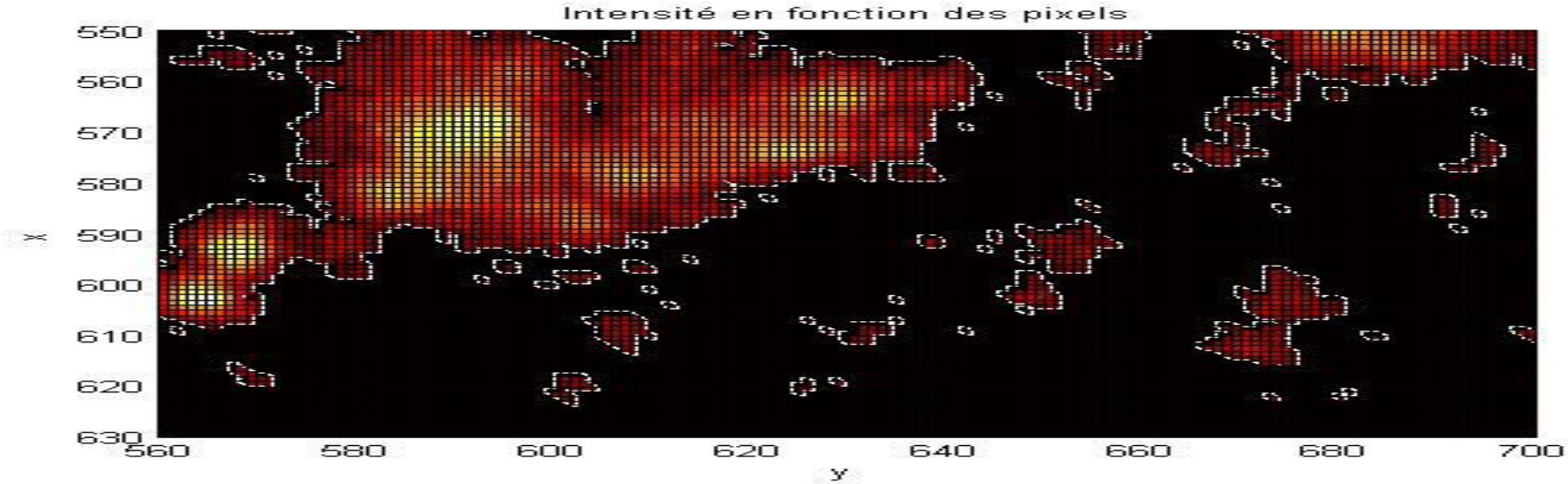


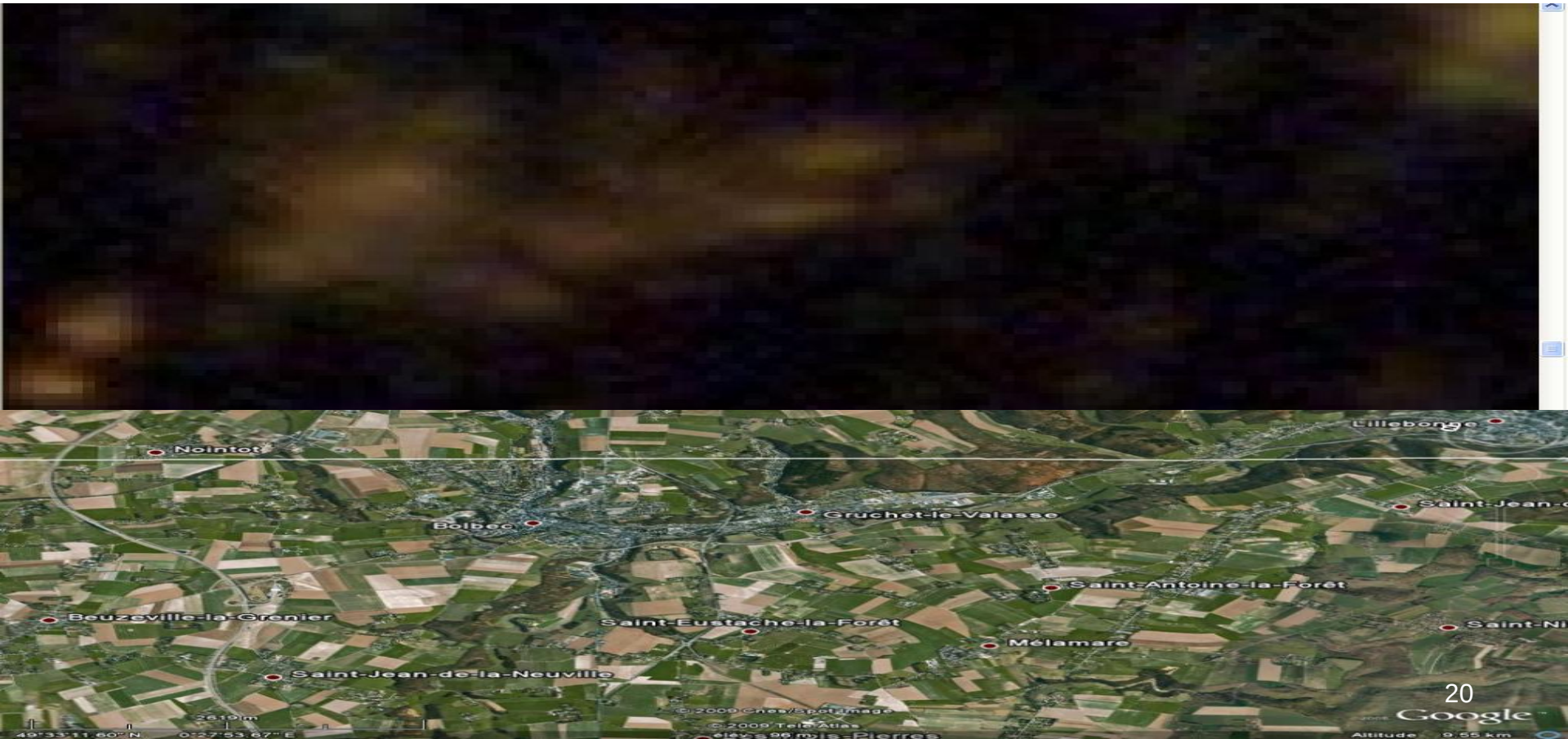
Partie III

Bolbec et alentours :



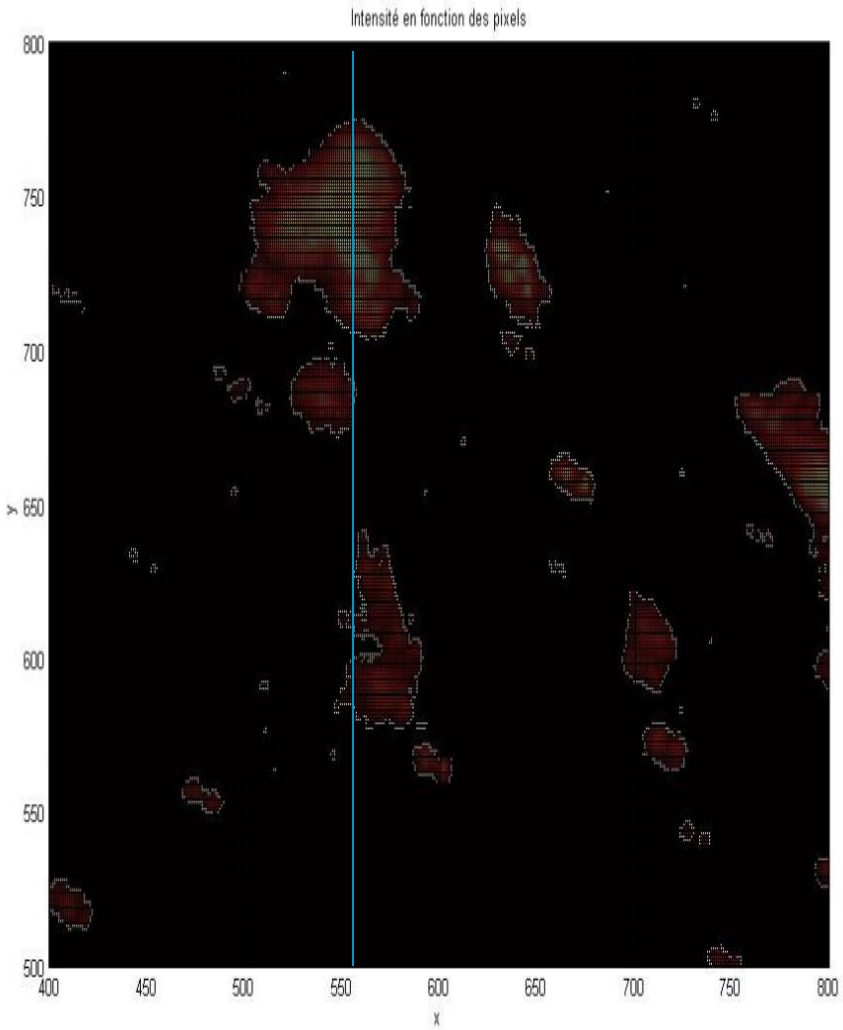


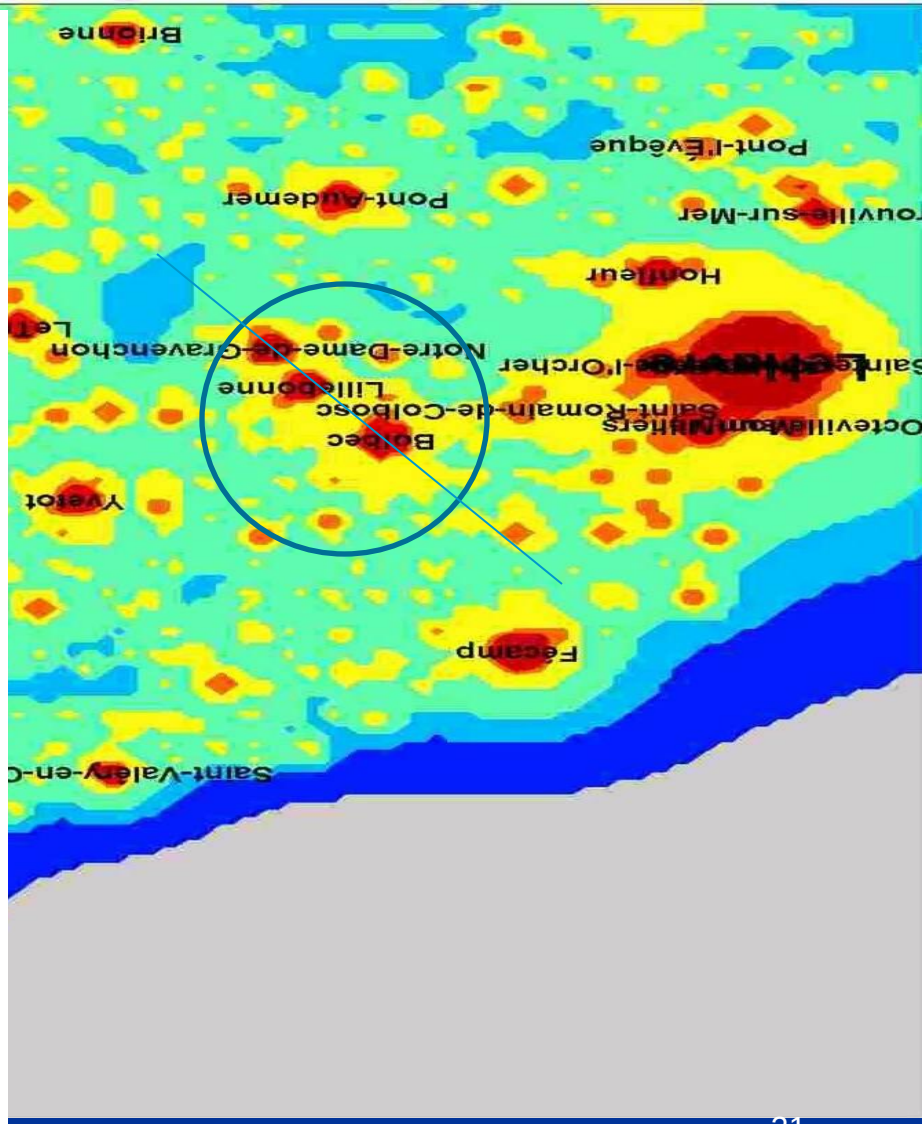

Intensité en fonction des pixels
550
560
570
580
590
600
610
620
630
x
560
580
600
620
640
660
680
700
y


Nointot
Lillebonne
Bolbec
Gruchet-le-Valasse
Saint-Antoine-la-Forêt
Beuzeville-la-Grenier
Saint-Eustache-la-Forêt
Mélamare
Saint-Jean-de-la-Neuville
Google

Partie III

Comparaison avec image Thot

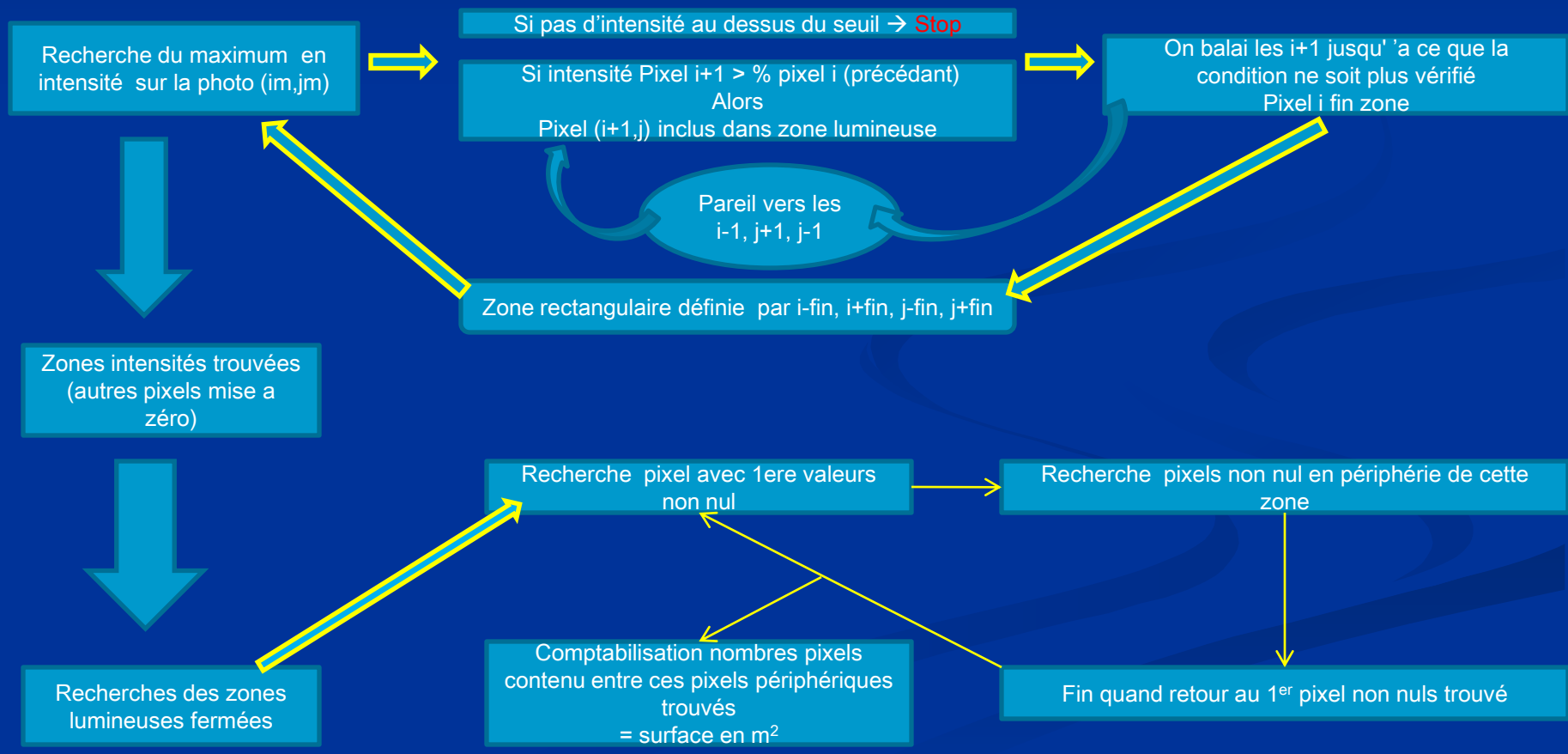




Partie III

Paramètres du programme :

- ✓ seuil de détection des maximums d'intensité.
- ✓ Choix de la dimension de la zone photo à étudier.
- ✓ La dimension que représente un pixel au sol est modifiable.
- ✓ Pourcentage entre pixel i+1 et i à partir de la source max.

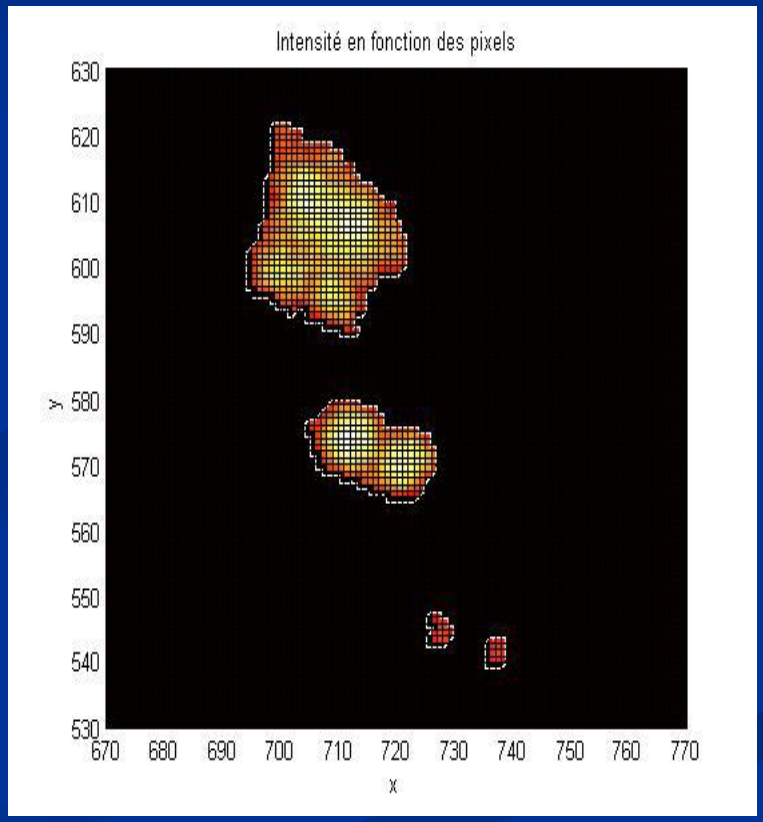


Partie III

Colonne :

1> numéro d'étendue lumineuse,
2> nombres de point pour faire le contour
3> et 4> valeurs i et j correspondants à chaque point du contour
5> valeur de l'intensité en ce point
6> Surface de l'étendue correspondante (Kms2)

1.0000	1.0000	597.0000	695.0000	43.0000	0
	…				
1.0000	91.0000	597.0000	695.0000	43.0000	3.1500
2.0000	1.0000	575.0000	705.0000	42.0000	0
	…				
2.0000	53.0000	575.0000	705.0000	42.0000	1.2600
3.0000	1.0000	543.0000	726.0000	41.0000	0
	…				
3.0000	12.0000	543.0000	726.0000	41.0000	0.0844
4.0000	1.0000	540.0000	736.0000	42.0000	0
	…				
4.0000	11.0000	540.0000	736.0000	42.0000	0.0956



Dimension de la zone étudiée en km2: 49,98

Partie III

Vérification surface trouvée:

Je souhaite voir si mes surfaces trouvées correspondent effectivement à peu près à la surface réel, au moins en ordre de grandeur !!

Exemple de la ville de Gravenchon :

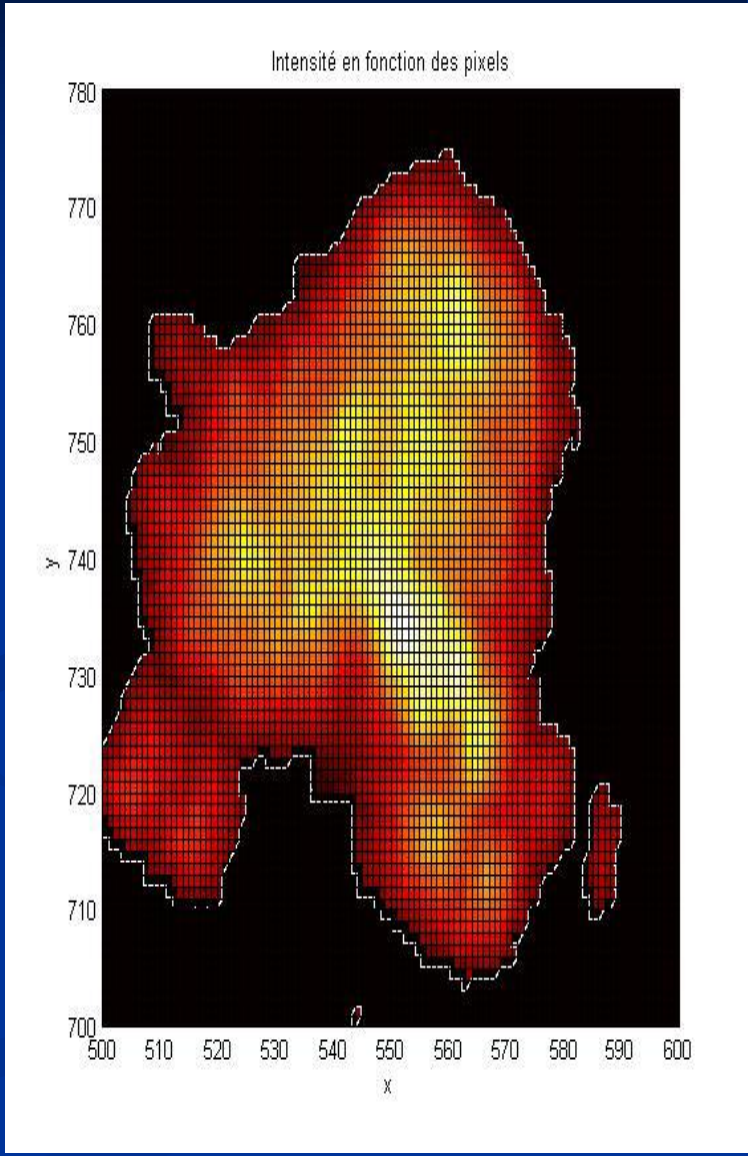
Mon programme m'estime la surface de l'étendue principale à 22,2131 Kms2

D'après le site http://www.toutes-les-villes.com/villes-superficie.html la superficie de Gravenchon est de 18.74 Kms2.

Ce qui est en accord avec l'ordre de grandeur de la valeur du programme et correspond approximativement.

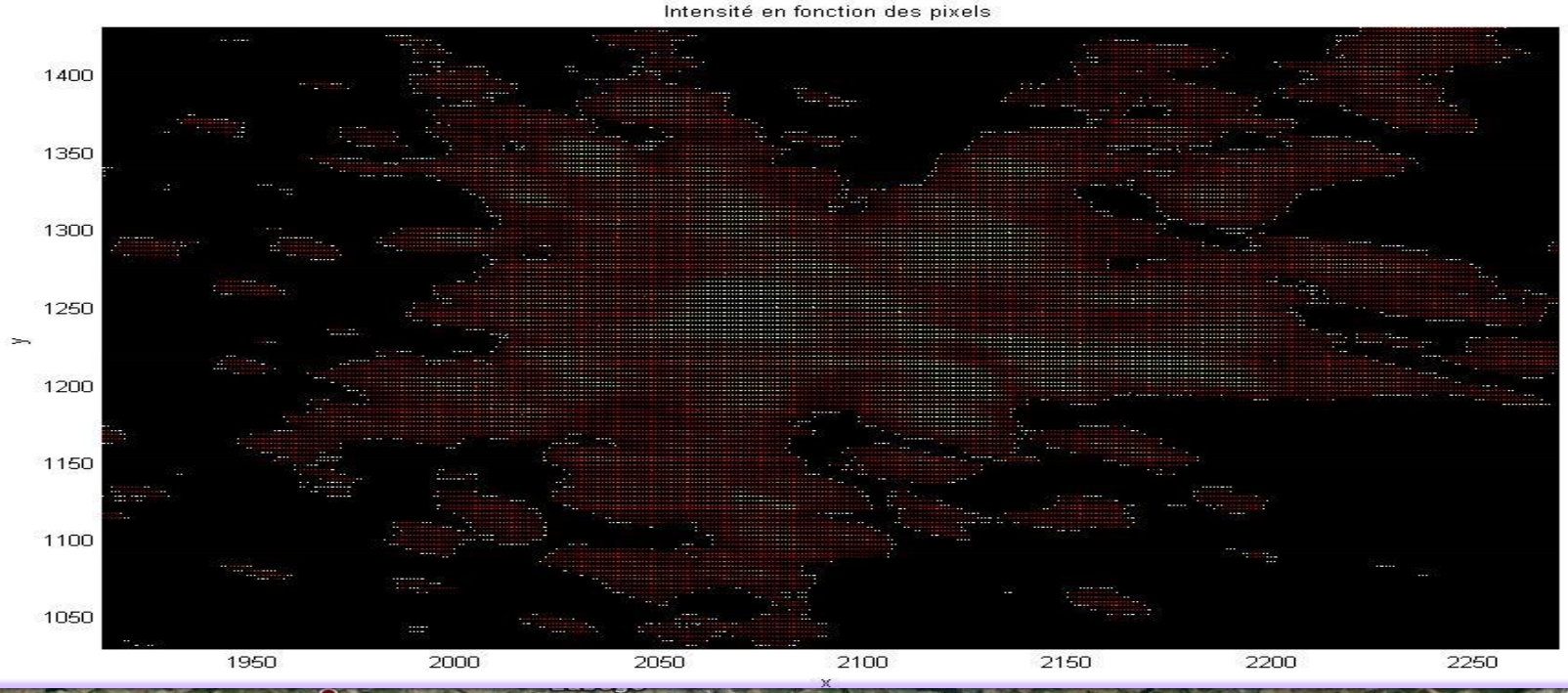
Que la valeur de mon programme soit supérieure ne me choque pas car la lumière ne s'arrête pas aux limites de la ville de Gravenchon mais peut avoir de l'influence un peu au-delà, plus les villes avoisinantes.

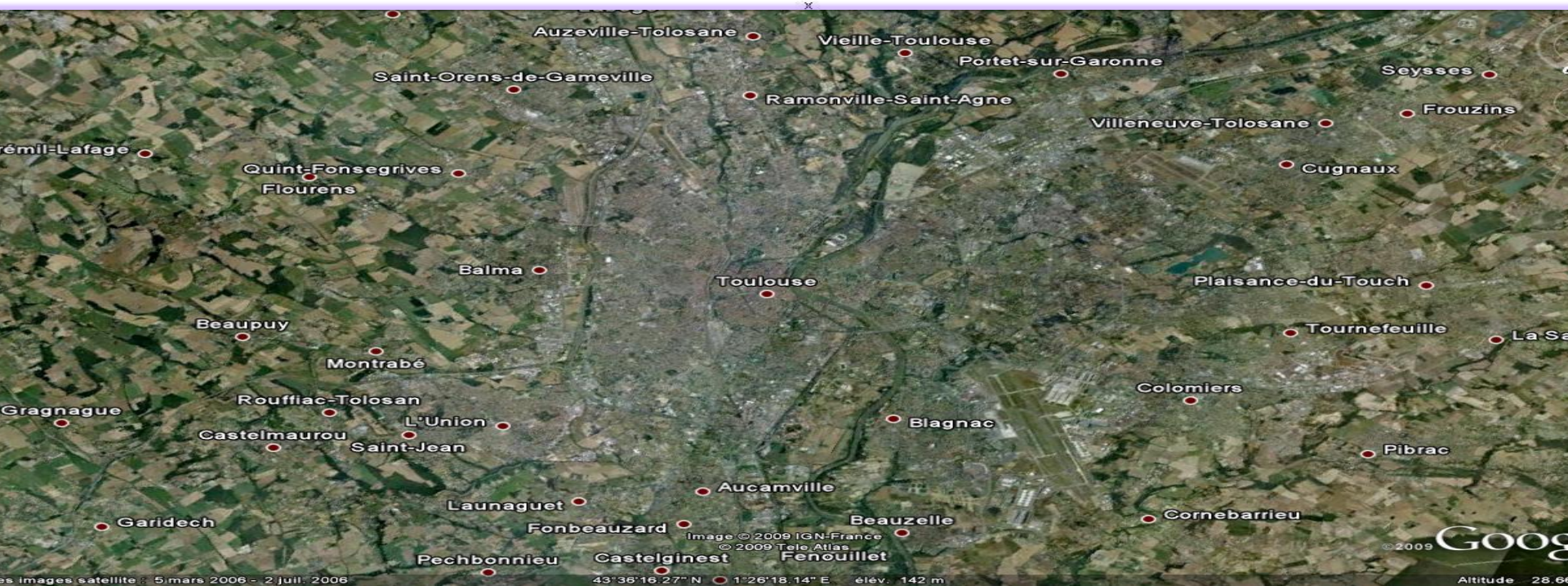
Cela peut aussi être une conséquence d'une mauvaise estimation de la surface que représente un pixel au sol dans le programme.

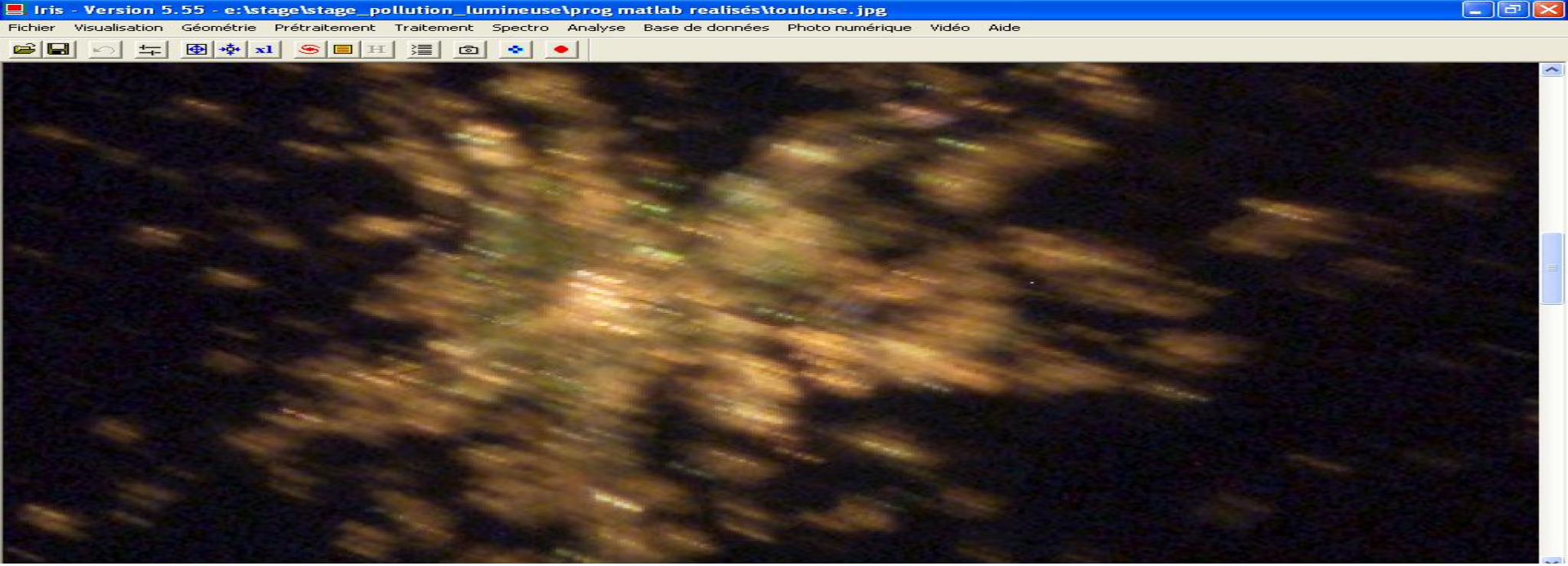


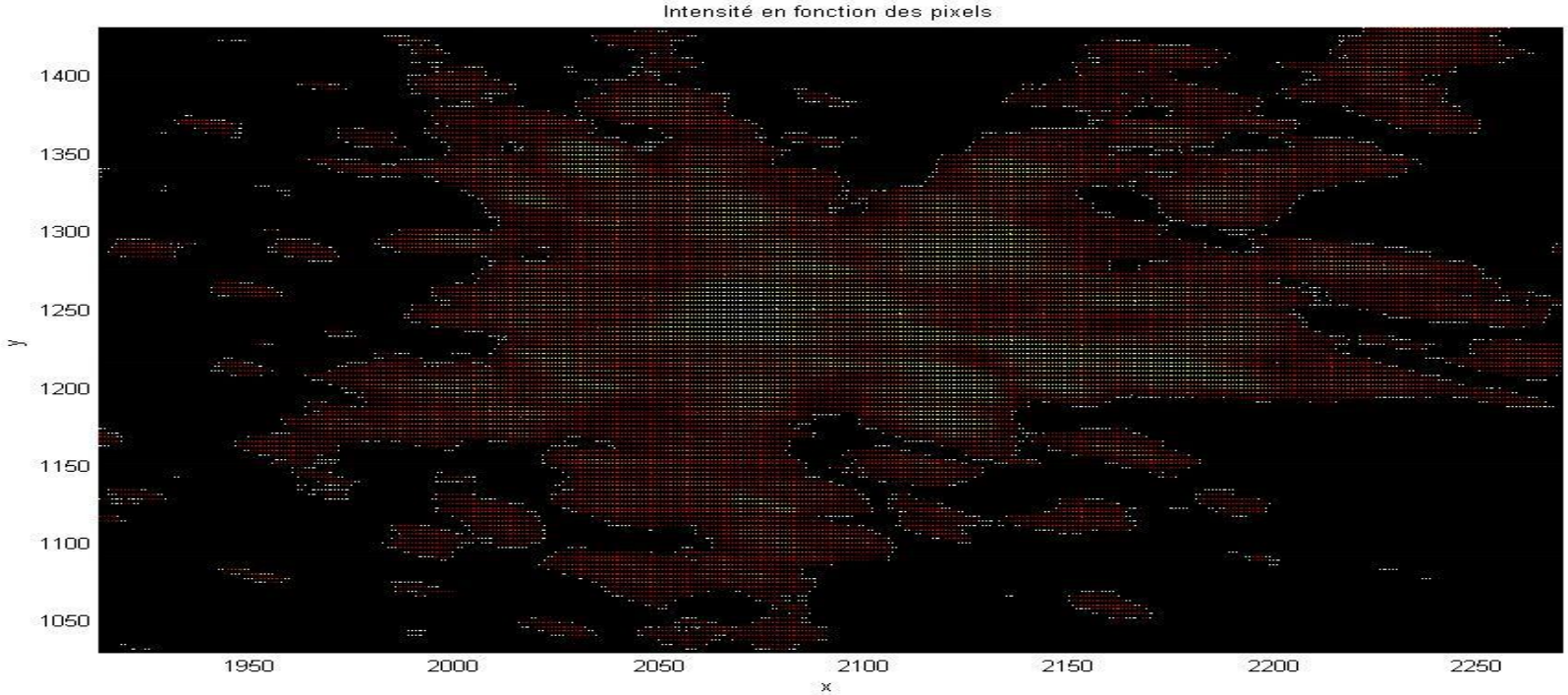
Partie IV : Application à Toulouse et ses environs

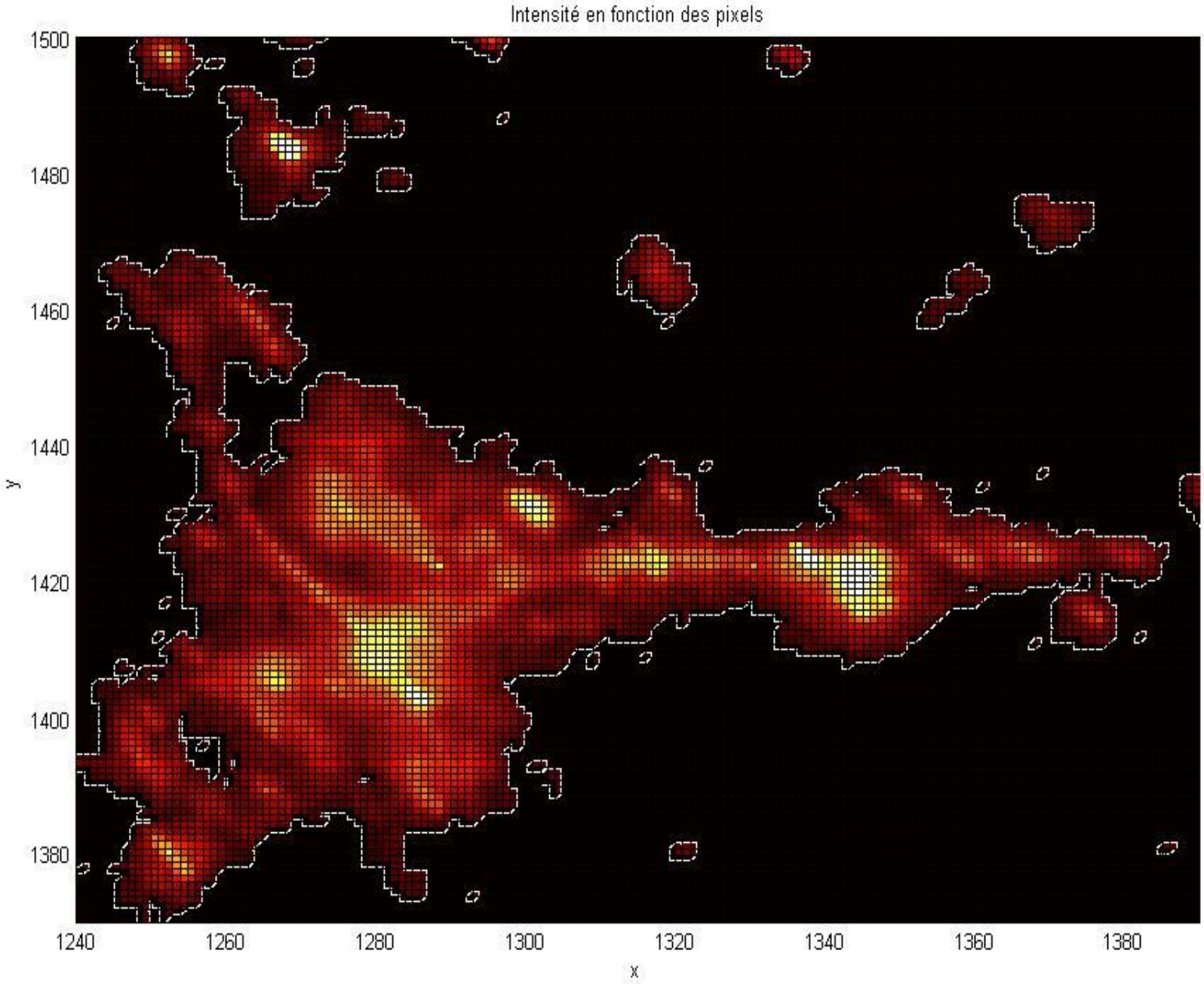
ISS007E16445

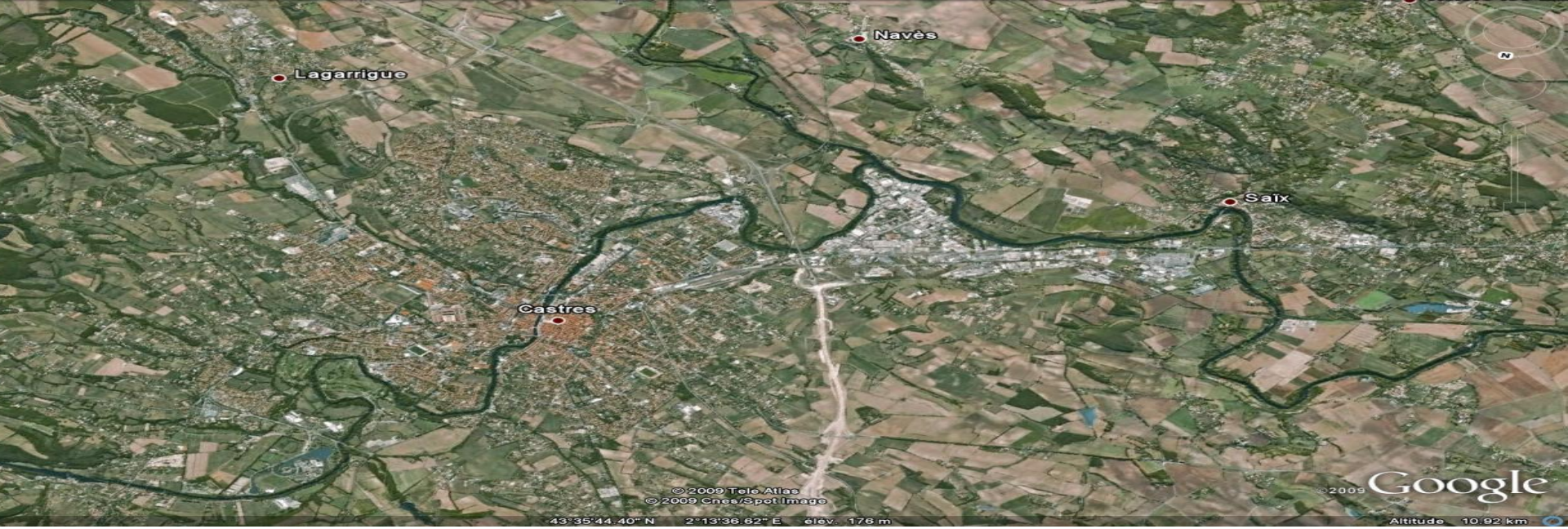

Intensité en fonction des pixels
1400
1350
1300
1250
1200
1150
1100
1050
y
1950
2000
2050
2100
2150
2200
2250
x

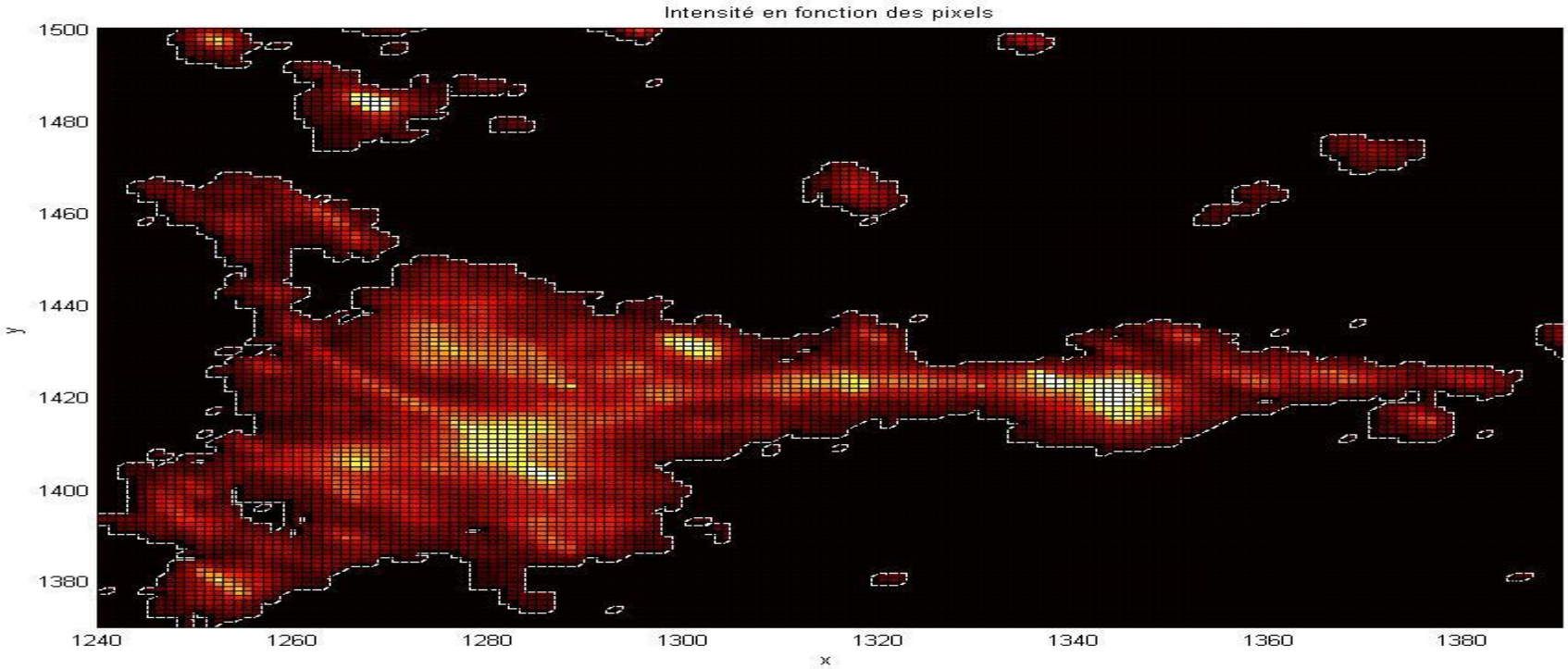

Auzeville-Tolosane
Vieille-Toulouse
Portet-sur-Garonne
Saint-Orens-de-Gameville
Seysses
Ramonville-Saint-Agne
Frouzins
Villeneuve-Tolosane
Quint-Fonsegrives
Flourens
Cugnaux
Balma
Toulouse
Plaisance-du-Touch
Beaupuy
Tournefeuille
Montrabé
Colomiers
Roufflac-Tolosan
L'Union
Blagnac
Castelmaurou
Saint-Jean
Pibrac
Aucamville
Launaguet
Garidech
Fonbeauzard
Beauzelle
Cornebarrieu
Image © 2009 IGN-France
© 2009 Tele Atlas
Pechbonnieu
Castelginest
Fenouillet
43°36'16.27" N 1°26'18.14" E élév. 142 m
Altitude 28.6

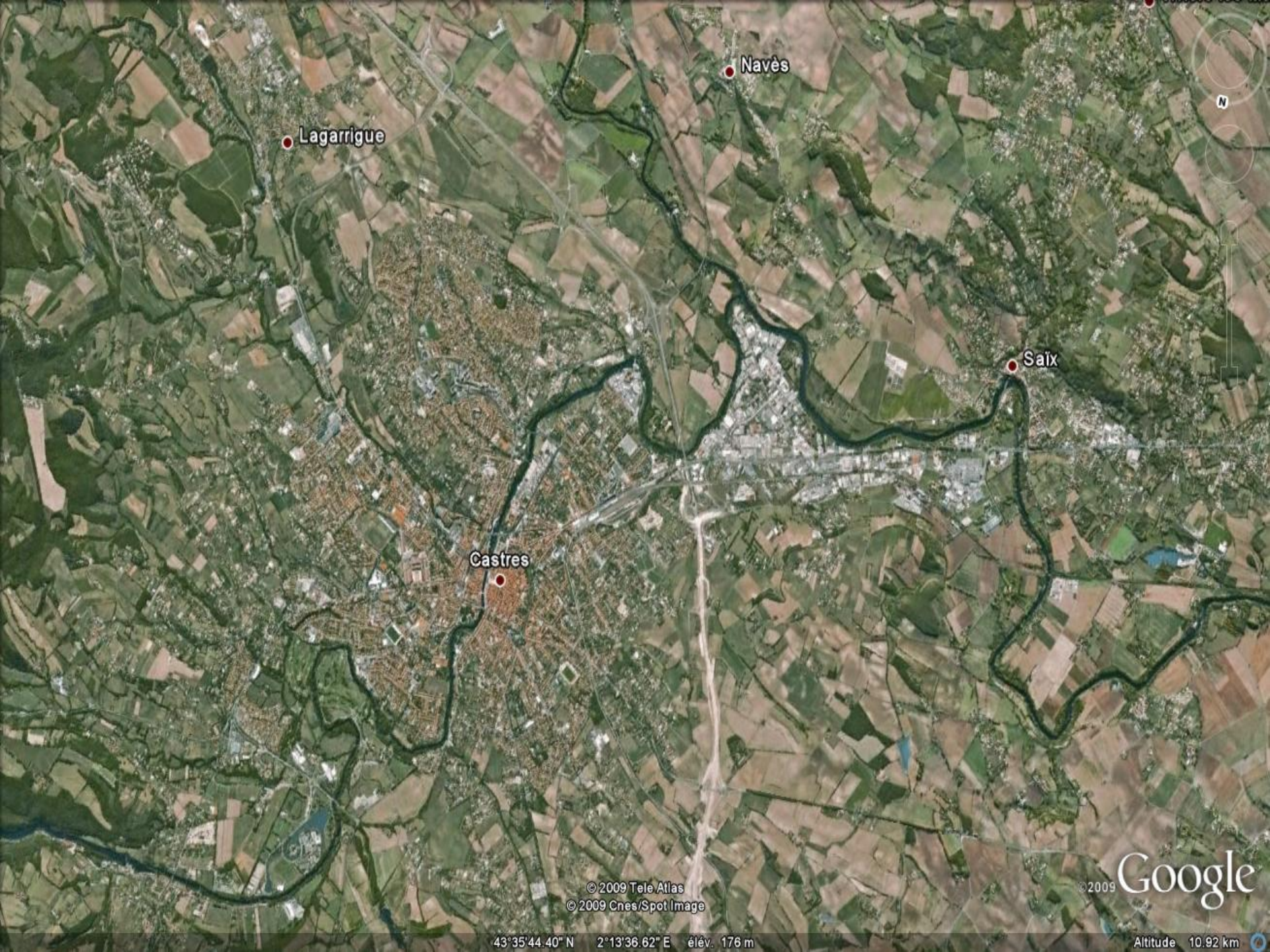

Iris - Version 5.55 - e:\stage\stage_pollution_lumineuse\prog matlab realisés\toulouse.jpg
Fichier Visualisation Géométrie Prétraitement Traitement Spectro Analyse Base de données Photo numérique Vidéo Aide


Intensité en fonction des pixels
1400
1350
1300
1250
1200
1150
1100
1050
y
1950
2000
2050
2100
2150
2200
2250
x


Intensité en fonction des pixels
1500
1480
1460
1440
1420
1400
1380
y
1240
1260
1280
1300
1320
1340
1360
1380
x


Navès
Lagarrigue
Saïx
Castres
© 2009 Tele Atlas
© 2009 Cnes/Spot Image
43°35'44.40" N 2°13'36.62" E élev. 176 m
Altitude 10.92 km
Google


Intensité en fonction des pixels
1500
1480
1460
1440
1420
1400
1380
y
1240
1260
1280
1300
1320
1340
1360
1380
x


Navès
Lagarrigue
Saïx
Castres
© 2009 Tele Atlas
© 2009 Cnes/Spot Image
Google
43°35'44.40" N 2°13'36.62" E élév. 176 m
Altitude 10.92 km

Conclusion

On est arrivé à percevoir des villes de faible importance grâce aux programmes 2D, 3D et Google Earth.

Une ville peut apparemment être détectable à partir d'une intensité mesuré supérieure à 10 ppm. Au dessous, les fluctuations non désirables les englobent.

Le programme permet aussi de faire ressortir les villes que l'on souhaite détecter par l'intermédiaire d'un seuil en dessous duquel on ne cherche pas les maximums d'intensité.

Des paramètres du programme sont modifiables pour arriver à une meilleur reproduction de la réalité.

Les limites, problèmes :

- Représentation graphique limitée à une zone restreinte
- La photo que j'utilise possède un défaut (doublement des sources) ce qui influe sur calcul de la superficie et des intensités le cas échéant.

Poursuites éventuelles:

- Calculer la moyenne des intensités dans une étendue, surface…
- Amélioration et correction des problèmes du programme
- Traitement (filtre,…)
- Améliorer l'interprétation
- Prise en compte des phénomènes physiques
- Et sans doute bien d'autres choses …

MERCI POUR VOTRE ATTENTION