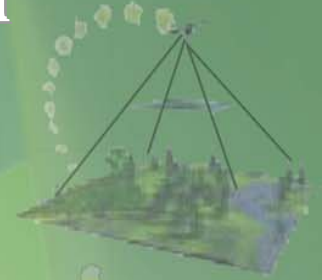


Forest fire hazard mitigation in Lebanon using remote sensing and GIS



Ghaleb Faour, NCRS Lebanon

Space Technology for Sustainable Development

UN/Morocco/ESA

25-27 April 2007, Rabat, Morocco



Partners

Towards a sustainable mechanism for forest fire fighting in Lebanon

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion

- ▶ National Center for Remote Sensing
- ▶ AFDC
- ▶ Greenline Association
- ▶ Civil Defense



RS/GIS and Forest Fire

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion



Pre-crisis phase

→ Risk mapping, prevention

Crisis phase

→ Fire detection, propagation modelling and monitoring
fire fighting

Post-crisis phase

→ Damage assessment
Environment impact evaluation

Objectives

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion

- ▶ National Forest Fire Information System
- ▶ Forest Fire Risk Map at National and Municipality level
- ▶ Capacity building for Civil Defense,

Some statistics about Lebanon

Introduction

▶ 1. Zone d'étude

2. Les données

3. Méthodologie

4. Résultats obtenues

Conclusion

▶ Surface 10452 Km²

▶ Forest represents 23%

▶ Coniferous (3,31 %), broadleaves (5,58 %),
Mixed forest (2,25 %) and scrubland (11,86 %)

▶ Rainfall between 200 mm and 1400 mm

▶ Dry period 4 months

▶ Maximum temperature is around 35 C in August

Lebanese civil defense statistics, a total number of 1413 forest fire events took place in 1997. The Ministry of Agriculture estimated about three thousand burned hectares in the two years 1998 and 1999.

Forest Map

Introduction

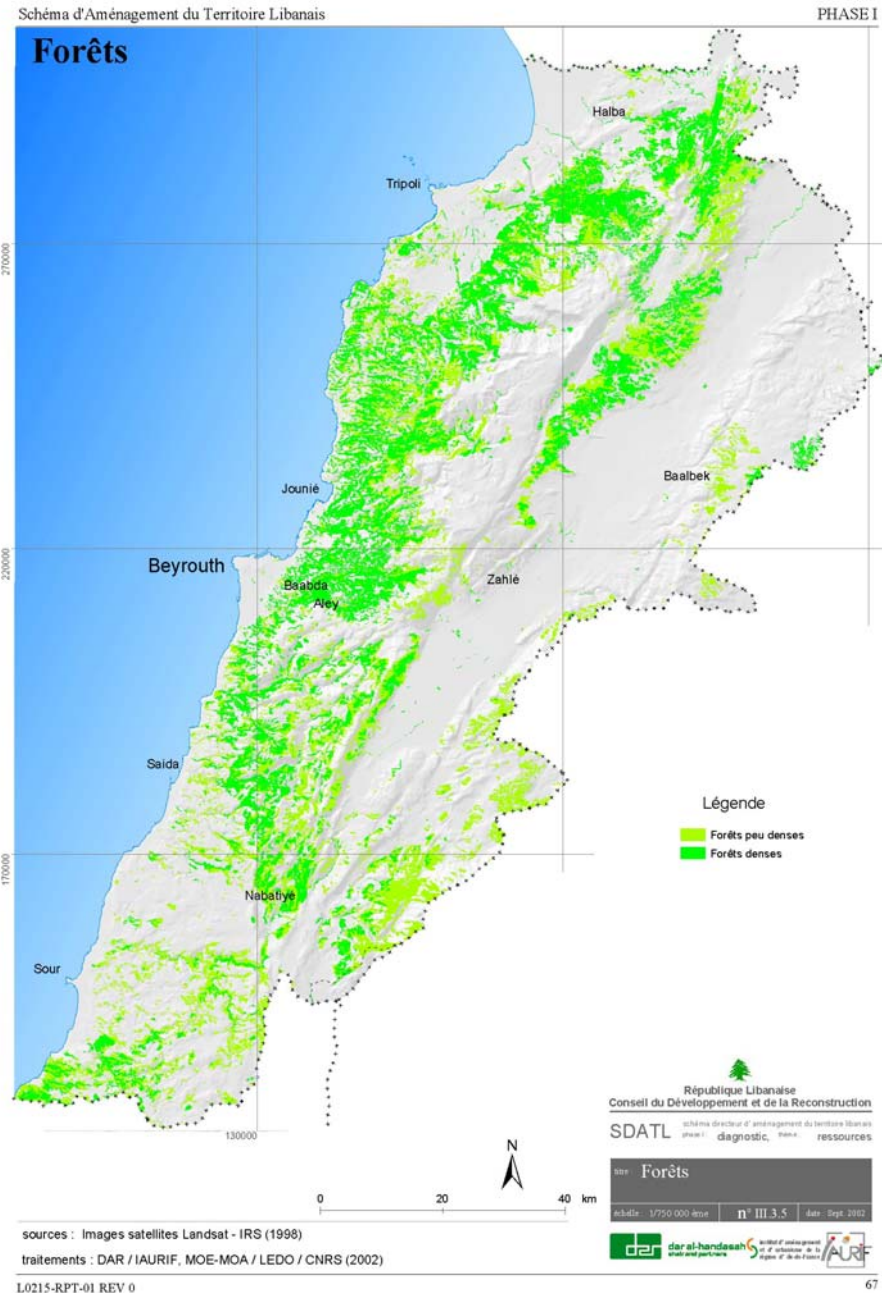
1. STUDY AREA

2. FIRE DATABASE

3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion



Administrative Divisions Map

Introduction

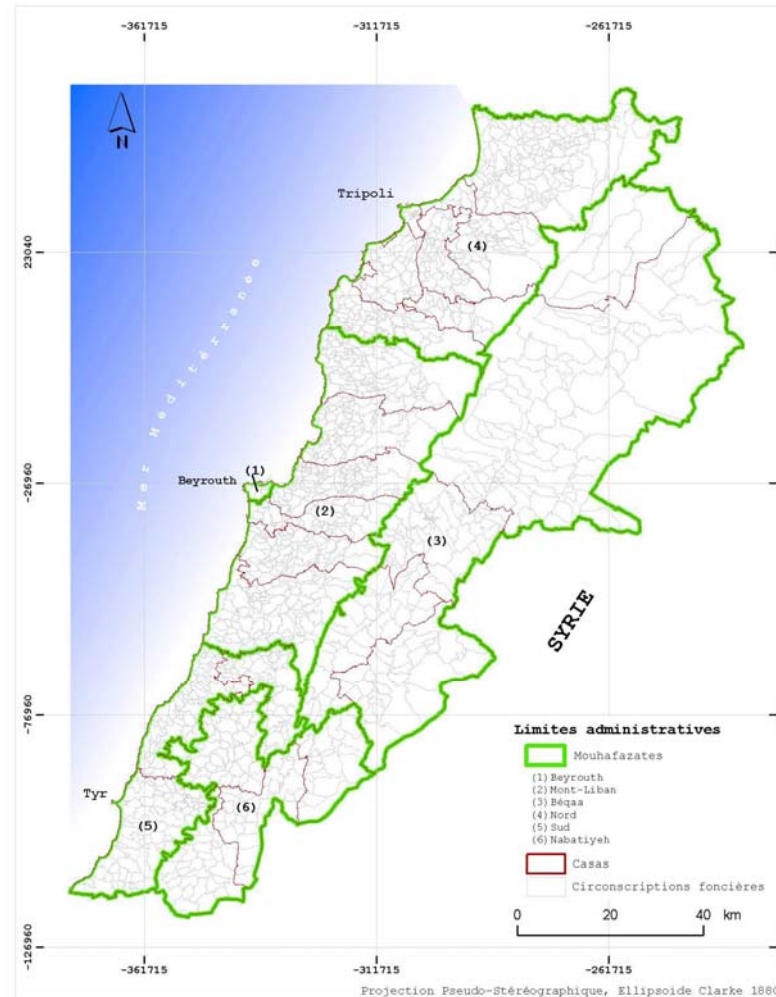
1. STUDY AREA

2. FIRE DATABASE

3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion



Data collection

Introduction

1. STUDY AREA

2. FIRE DATABASE

3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion

- ▶ **Lebanese Civil Defense (2002-2003)**
- ▶ **Newspaper Al Nahar (1983 – 2003)**
- ▶ **Ministry of Environment (1994-1998)**
- ▶ **Ministry of Agriculture (1996-2002)**
- ▶ **General Directory of Civil Aviation
Meteorological Department (2002-2003)**

Data structure

| Fire Code | Reference | ST. DT. | ST.TM. | ED. DT. | ED. TM. | Place | kadaa | Center | Thicket | Herbs | Pine | Oak | Olive | Fruit trees | Wild | Cypress | Different kinds | Other kinds |
|-----------|---------------|------------|--------|------------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|------|-----|-------|-------------|------|---------|-----------------|-------------|
| 5880 | Civil Defence | 20/08/2003 | 10:30 | 20/08/2003 | 11:30 | 26276 | 7 | 26311 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5881 | Civil Defence | 20/08/2003 | 13:50 | 20/08/2003 | 17:40 | 26311 | 7 | 26311 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5882 | Civil Defence | 20/08/2003 | 18:30 | 20/08/2003 | 20:45 | 32181 | 9 | 31166_1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5883 | Civil Defence | 20/08/2003 | 9:45 | 20/08/2003 | 15:50 | 35147 | 12 | 35147 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5884 | Civil Defence | 20/08/2003 | 13:00 | 20/08/2003 | 18:30 | 35171 | 12 | 35189 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5885 | Civil Defence | 20/08/2003 | 12:00 | 20/08/2003 | 14:20 | 35314 | 12 | 35314 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5886 | Civil Defence | 20/08/2003 | 14:10 | 20/08/2003 | 15:50 | 35314 | 12 | 35314 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5887 | Civil Defence | 20/08/2003 | 9:15 | 20/08/2003 | 11:25 | 35364 | 12 | 35314 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5888 | Civil Defence | 20/08/2003 | 16:00 | 20/08/2003 | * | 35406 | 12 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5889 | Civil Defence | 20/08/2003 | 13:30 | 20/08/2003 | 15:00 | 51221 | 15 | 51211 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5890 | Civil Defence | 20/08/2003 | 12:00 | 20/08/2003 | 14:15 | 73232 | 25 | 73232 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Area | Cause | Temp. | Humidity | WindSp. | WindDir. | Remarks |
|------|-------|-------|----------|---------|----------|-----------------------------------|
| | | 32 | 86 | 30 | SW | |
| | | 32 | 86 | 30 | SW | |
| | | 32 | 86 | 30 | SW | |
| | | 32 | 86 | 30 | SW | |
| | | 32 | 86 | 30 | SW | |
| | | 32 | 86 | 30 | SW | |
| | | 32 | 86 | 30 | SW | |
| | | 32 | 86 | 30 | SW | * All Centers, members & machines |
| | | 35 | 95 | 54 | WNW | |
| | | 35 | 95 | 54 | WNW | |

System Interface

Introduction

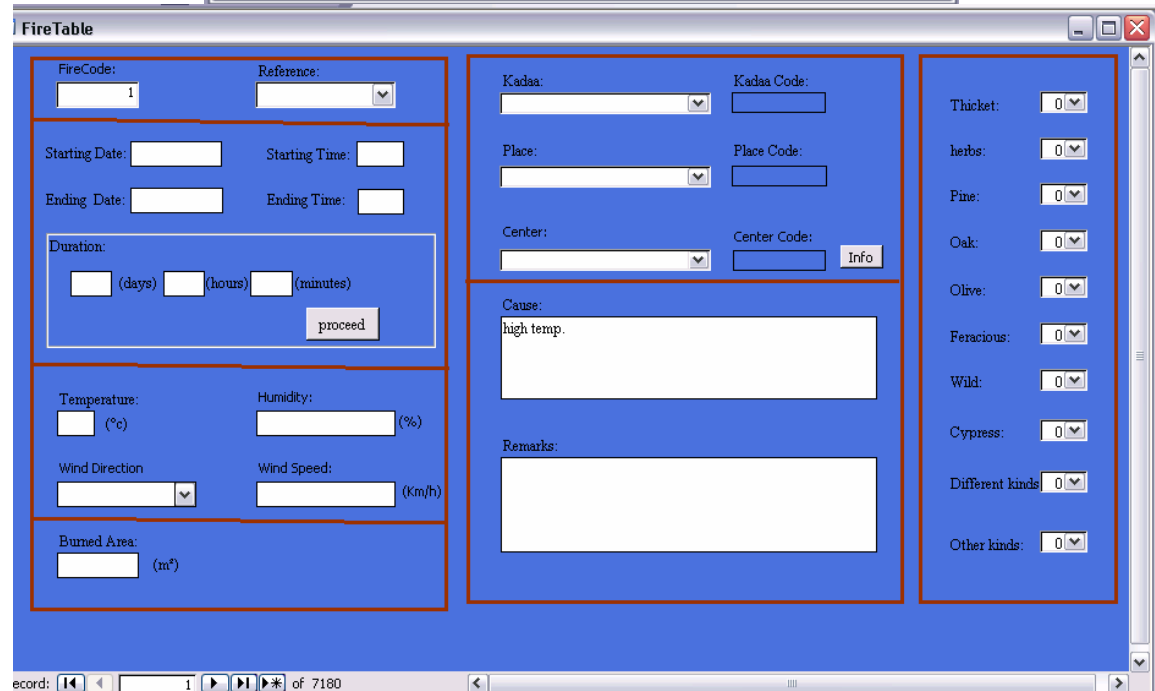
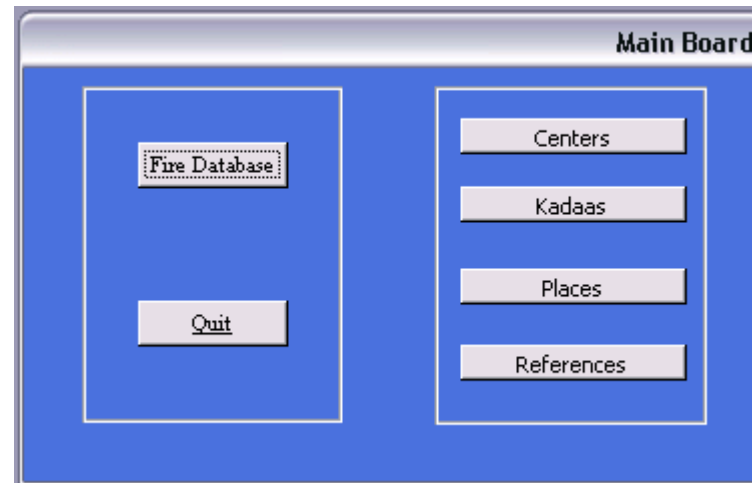
1. STUDY AREA

2. FIRE DATABASE

3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion



Link the database to the Municipalities map

Introduction

1. STUDY AREA

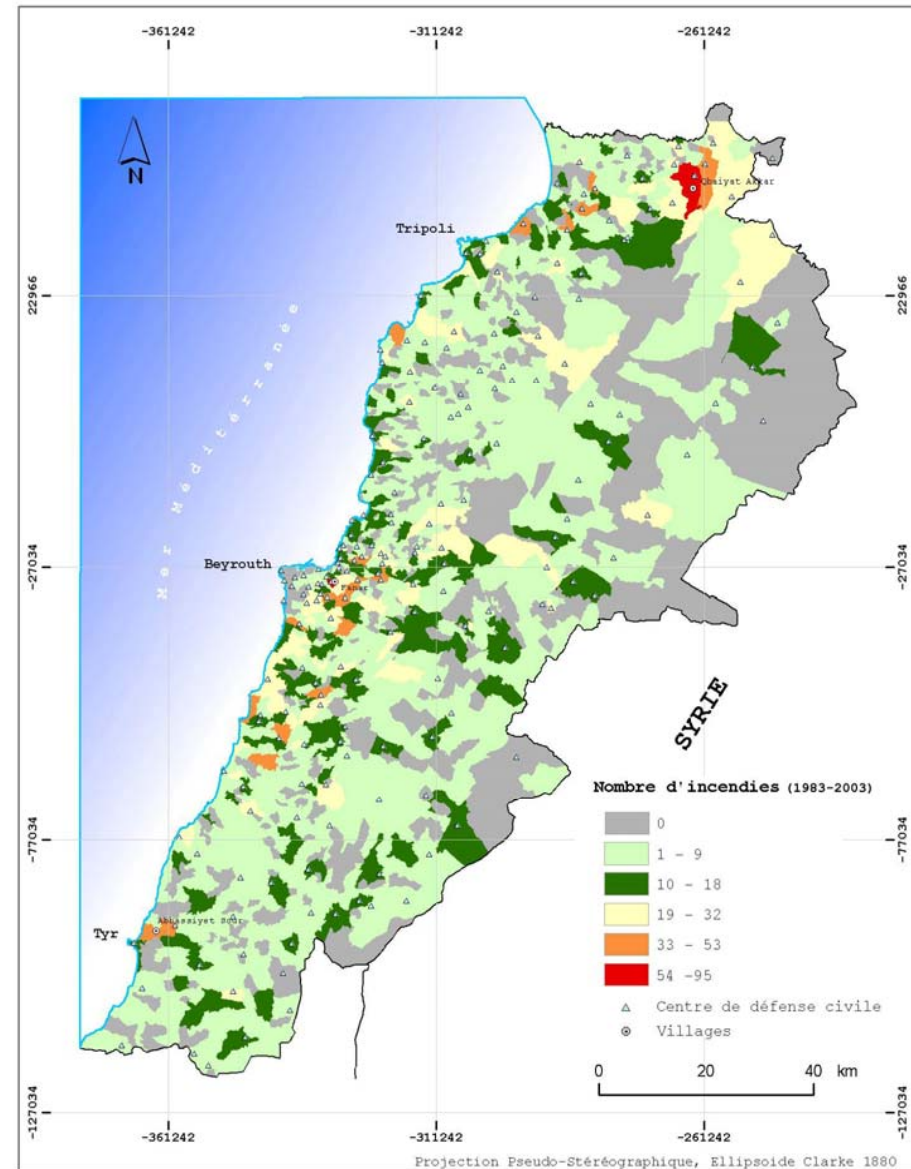
2. FIRE DATABASE

3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion

Fire occurrence map

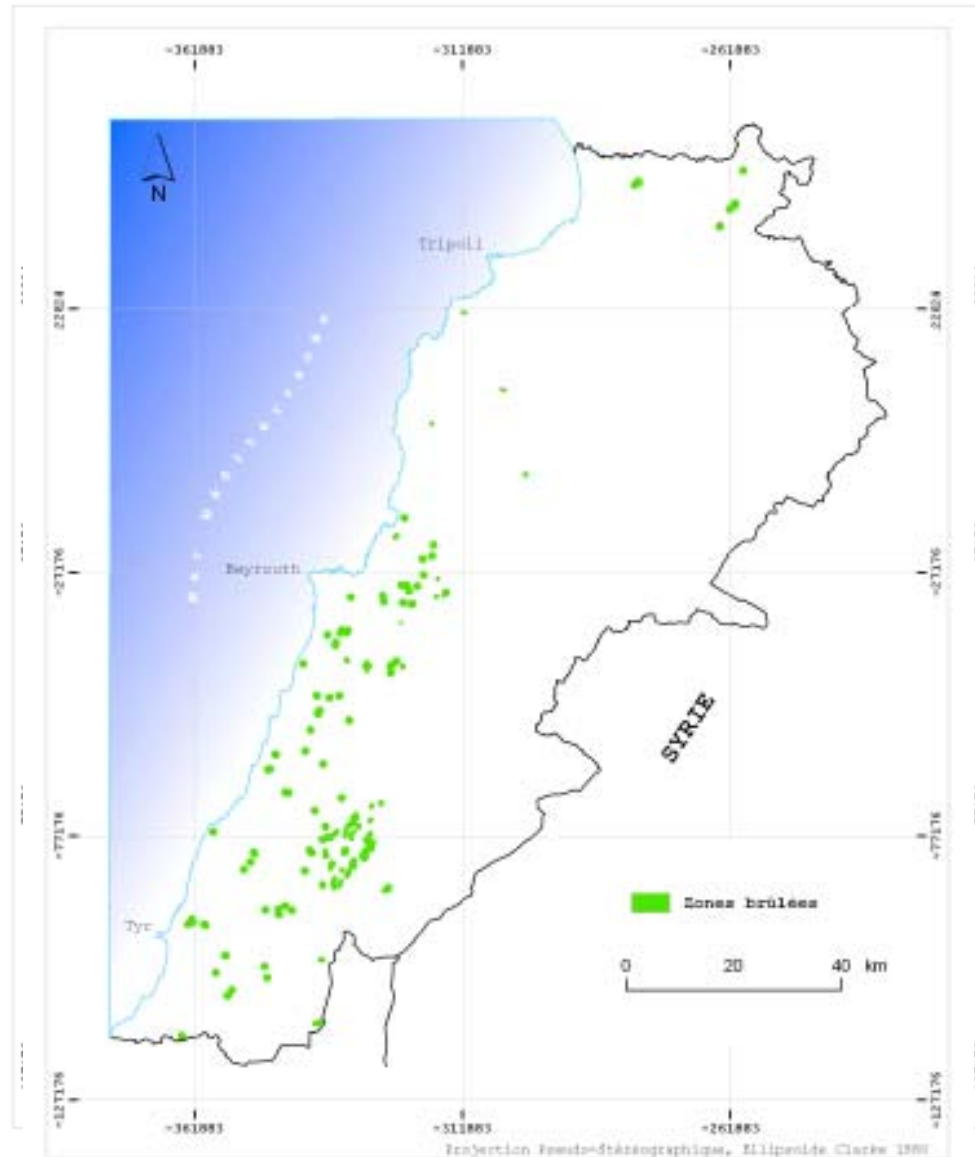


Burned Area Map

Introduction

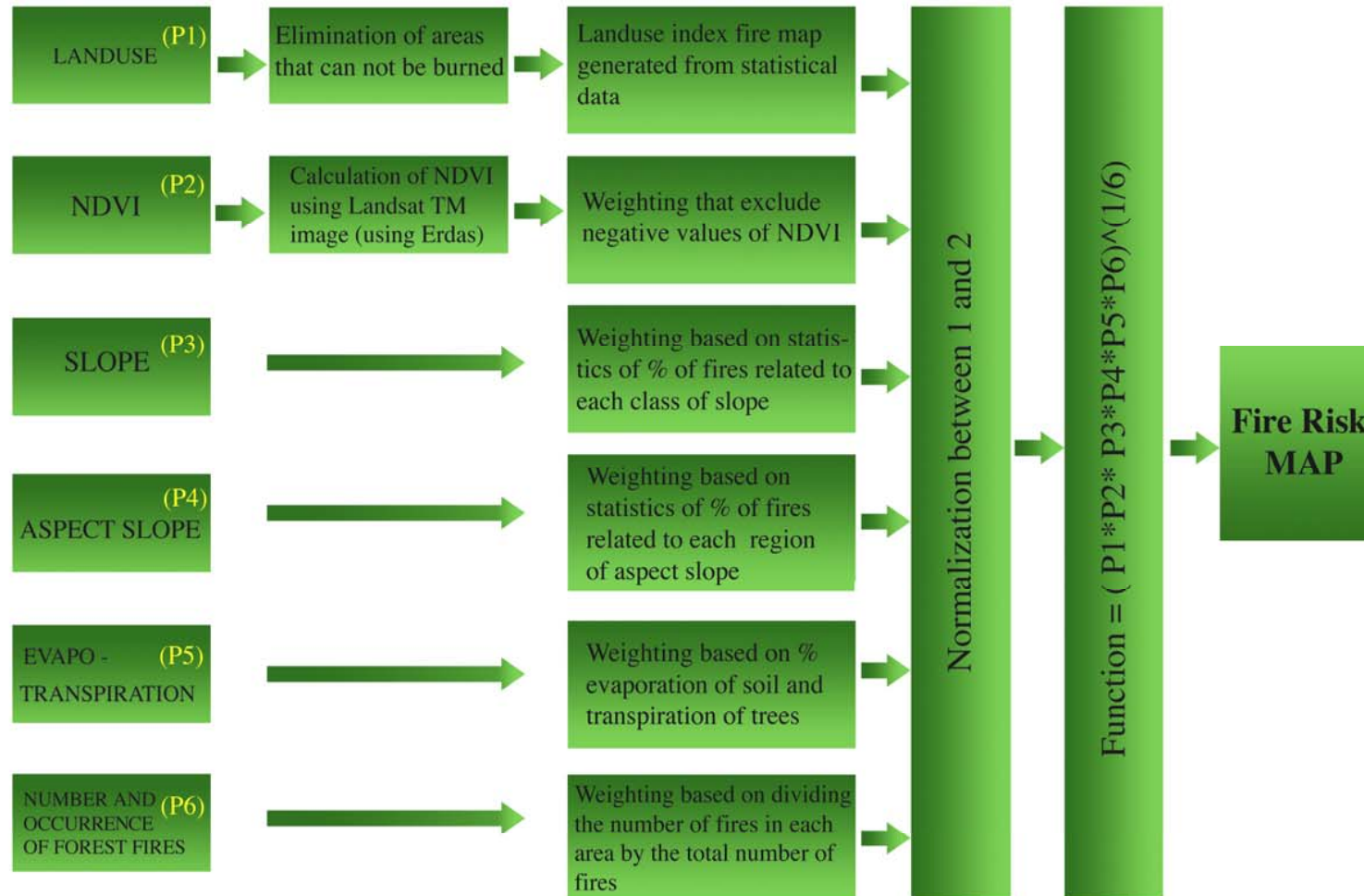
1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion



Fire Risk Model

METHODOLOGY

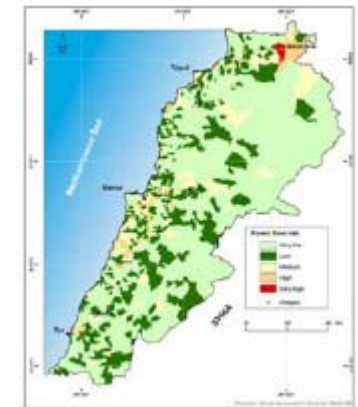
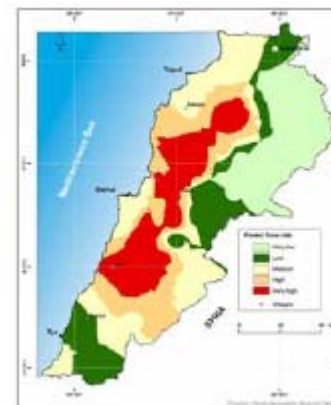
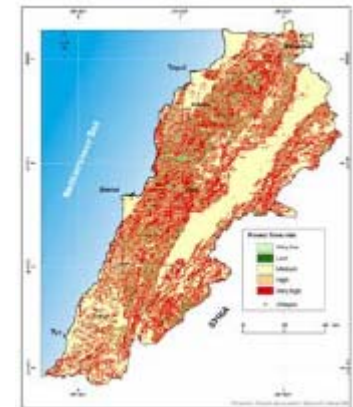


Fire Risk Model

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion



Fire Risk Model

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion

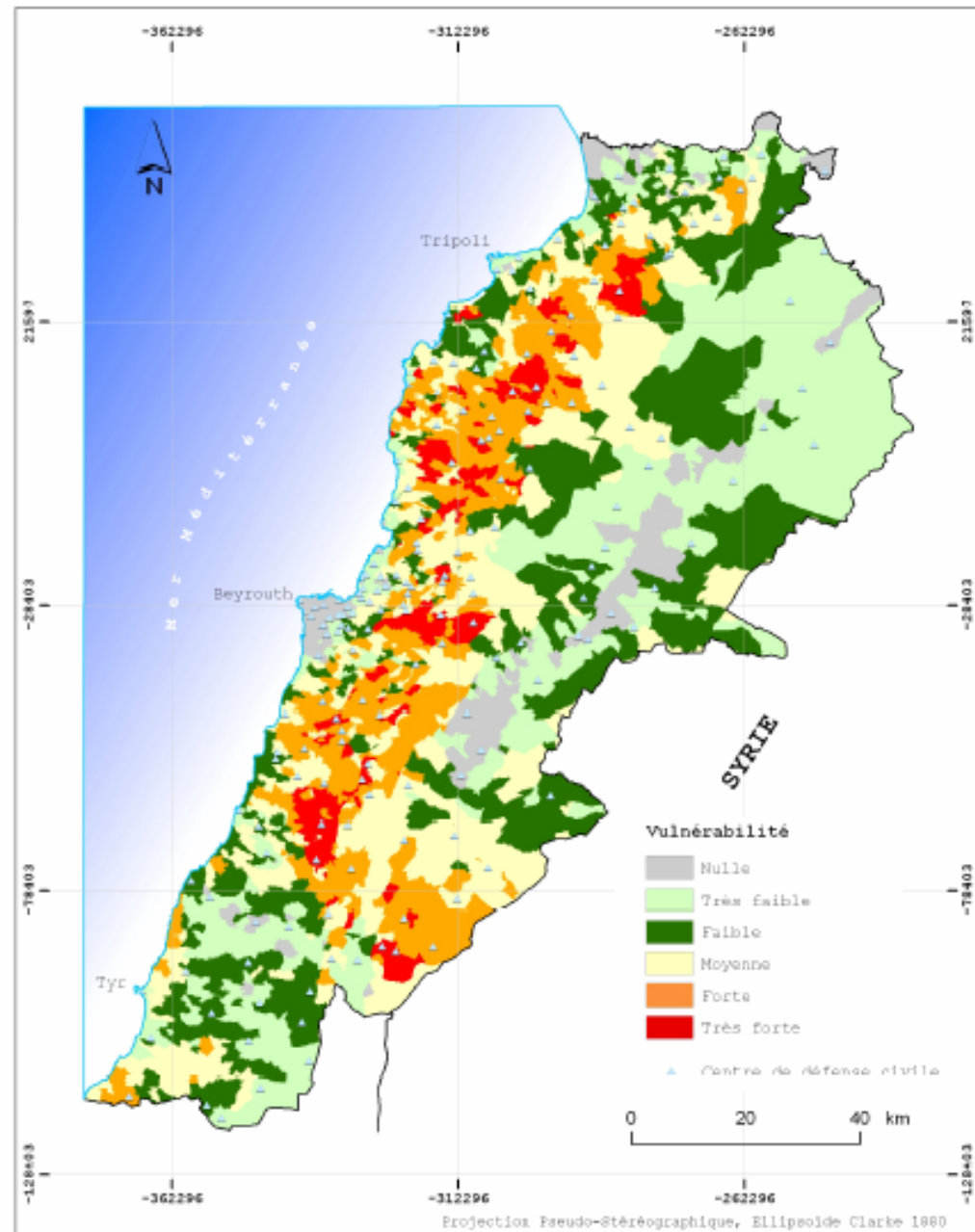
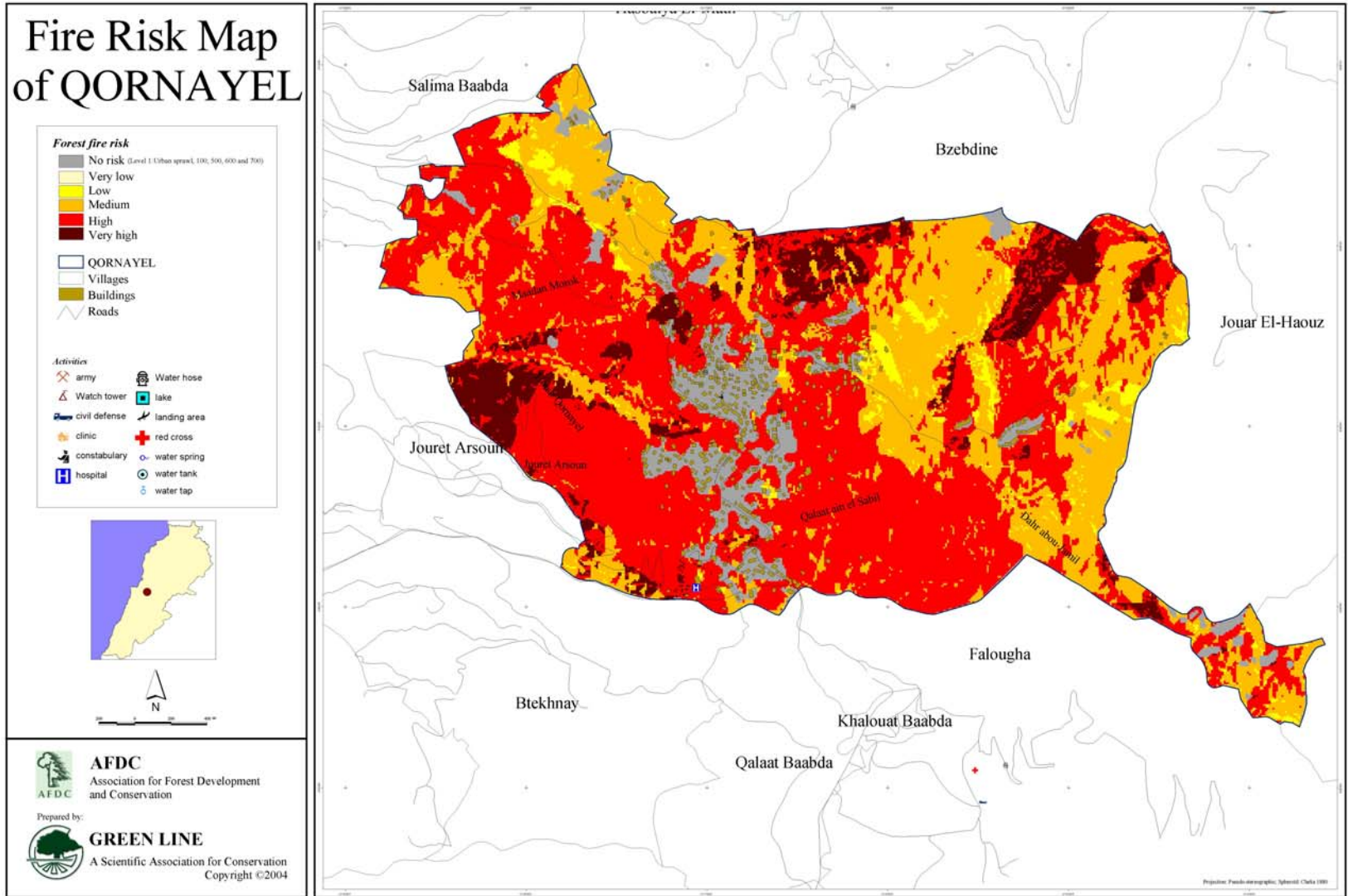
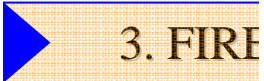


FIGURE 8 : Carte de la vulnérabilité aux incendies. *Map of vulnerability to fires.*

Fire Risk Map at Municipality level

- Introdu
- 1. STU
- 2. FIRE
- 3. FIRE
- 4. RES
- Conclu



Validation

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion

| TERRAIN | CLASSIFICATION | | | | | TOTAL | Précision utilisateur (%) | Précision utilisateur (%) |
|---------------------------|----------------|--------|---------|-------|------------|-------|---------------------------|---------------------------|
| | Très faible | Faible | Moyenne | Forte | Très forte | | | |
| Très faible | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 9 | 78 | 22 |
| Faible | 0 | 16 | 3 | 1 | 0 | 20 | 80 | 20 |
| Moyenne | 0 | 0 | 18 | 3 | 2 | 23 | 78 | 22 |
| Forte | 0 | 0 | 0 | 13 | 4 | 17 | 76 | 24 |
| Très forte | 0 | 0 | 0 | 3 | 15 | 18 | 83 | 17 |
| TOTAL | 7 | 18 | 21 | 20 | 21 | 87 | Précision totale 79 % | |
| Précision utilisateur (%) | 100 | 89 | 86 | 65 | 71 | | | |
| Erreur d'excédent (%) | 0 | 11 | 14 | 36 | 29 | | | |

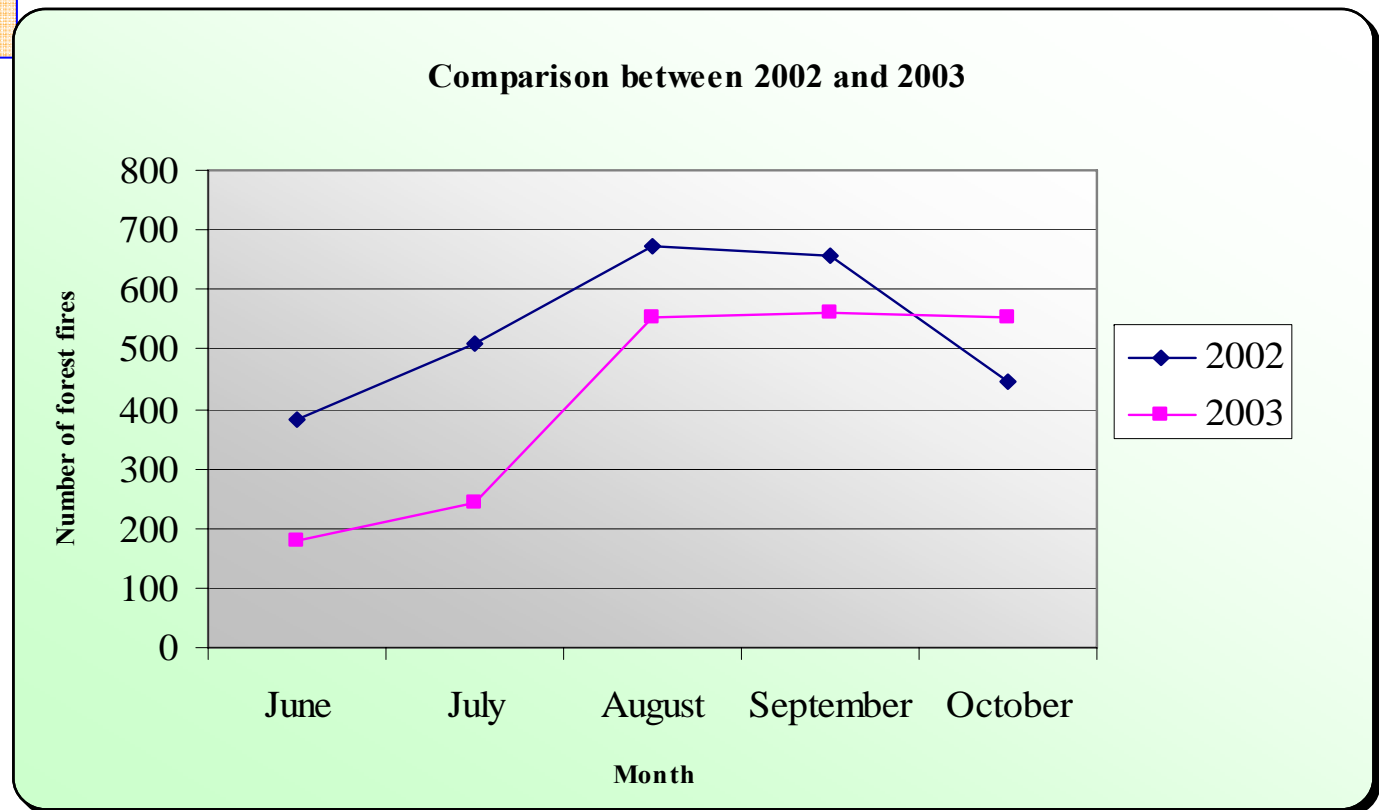
Selective results from Statistical Analysis

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion



Selective results from Statistical Analysis

Introduction

1. STUDY AREA

2. FIRE DATABASE

3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion

| Starting Time | Number of fires | | | | | |
|---------------------|-----------------|------|------|------|------|------|
| | 1983-2001 | | 2002 | | 2003 | |
| 00:00-06:00 a.m. | 15 | 2 % | 80 | 3 % | 50 | 3 % |
| 06:00-12:00 a.m. | 244 | 29 % | 821 | 31 % | 401 | 26 % |
| 12:00-18:00 p.m. | 491 | 59 % | 1324 | 50 % | 829 | 54 % |
| 18:00-00:00 p.m. | 79 | 10 % | 417 | 16 % | 270 | 17 % |

Mean 14:00 H

Selective results from Statistical Analysis

Introduction

1. STUDY AREA

2. FIRE DATABASE

3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion

| Fuel type | 1983-2001 | | 2002 | | 2003 | | 1983-2003 | |
|------------------------------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| Thicket | 787 | 33,2 % | 939 | 32 % | 796 | 34 % | 252 2 | 33 % |
| Dry herbs | 108 | 4,5 % | 217 | 7 % | 21 | 1 % | 346 | 4,5 % |
| Pine forests | 251 | 10,5 % | 165 | 5,5 % | 189 | 8 % | 605 | 8 % |
| Oak forests | 161 | 6,8 % | 223 | 7,5 % | 263 | 11,2 % | 647 | 8,4 % |
| Cypress forests | 26 | 1 % | 28 | 0,9 % | 38 | 1,6 % | 92 | 1,2 % |
| Wild areas | 50 | 2,1 % | 166 | 5,5 % | 102 | 4,3 % | 318 | 4 % |
| Mixed forests | 222 | 9,3 % | 274 | 9,1 % | 240 | 10,2 % | 736 | 9,5 % |
| Olives | 319 | 13,5 % | 543 | 18,1 % | 357 | 15,2 % | 121 9 | 16 % |
| Fruit trees | 409 | 17,4 % | 403 | 13,5 % | 302 | 13 % | 111 4 | 14,5 % |
| Other types | 40 | 1,7 % | 27 | 0,9 % | 36 | 1,5 % | 103 | 0,9 % |
| Total number of fires | 2373 | | 2985 | | 2344 | | 7702 | |

Selective results from Statistical Analysis

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion

| Number of fires | | Wind Speed (km/h) | | | | |
|------------------|-------|-------------------|-------|-------|-------|------|
| | | < 15 | 15-20 | 20-25 | 25-30 | > 30 |
| Temperature (°C) | < 27 | 4 | 37 | 168 | 186 | 250 |
| | 27-28 | 8 | 60 | 193 | 197 | 250 |
| | 28-30 | 5 | 71 | 421 | 494 | 539 |
| | > 30 | 1 | 85 | 443 | 580 | 728 |

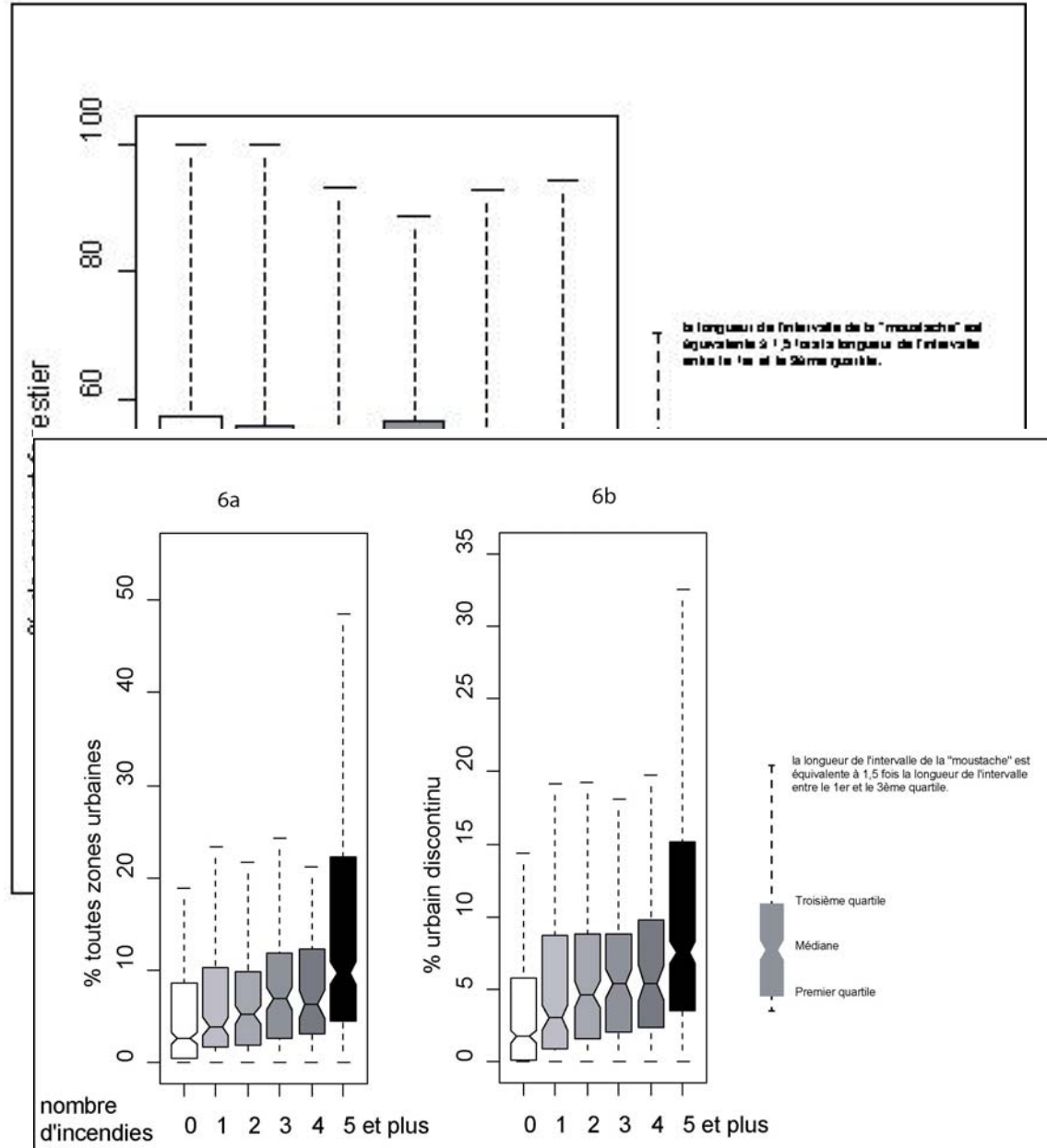
Spatial Analysis

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP

4. RESULTS

Conclusion



Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion

- ▶ 33% of the Lebanese Municipalities are classified as hot spot
- ▶ Climatic conditions are directly responsible of forest fires
- ▶ Human factors are indirectly affecting forest fires
- ▶ Natural Risks are actually integrated in land use planning at municipalities scale
- ▶ The incorporation of a spatial climate model would improve fire behavior predictions.

Introduction

1. STUDY AREA
2. FIRE DATABASE
3. FIRE RISK MAP
4. RESULTS

Conclusion

MÉTHODE GLOBALE D'ÉVALUATION DU RISQUE D'INCENDIES DE FORÊT UTILISANT LA TÉLÉDÉTECTION ET LES SIG : CAS DU LIBAN

Ghaleb FAOUR^{1*}, Rania Bou KHEIR¹ et Ali DARWISH²

¹ *Conseil National de la Recherche Scientifique,
Centre de Télédétection, B.P. 11-8281, Beyrouth, Liban.
Téléphone : +961 4 409 845 / 6 ; télécopieur : +961 4 409 847.
Courriel : gfaour@cnrs.edu.lb ; raniabk@cnrs.edu.lb*

² *Association "Ligne Verte", Bâtiment Yammout, 3ème étage,
rue Spears, Beyrouth, Liban.
Téléphone : +961 1 746 215.
Courriel : greenline@greenline.org.lb*

(Soumis le 19 août 2005 ; révisé le 8 novembre 2005; accepté le 3 décembre 2005)

Les incendies de forêt et d'espaces naturels constituent le désastre naturel le plus dangereux à la vie humaine et le plus sérieux économiquement dans plusieurs pays méditerranéens, entre autres, le Liban. Cette étude a été conduite dans le contexte de définir une stratégie de combat contre les incendies dans ce pays. Afin de parvenir à cet objectif national, on a procédé à la création d'un modèle permettant de cartographier sous un système d'information géographique (SIG) le risque potentiel d'incendies à moyen terme. Ce modèle intègre deux indices : les indices de « probabilité d'occurrence » et de « vulnérabilité aux incendies ». Le premier indice estime la probabilité d'occurrence des incendies en se référant aux feux passés qui se sont produits durant 20 ans. Le deuxième vise à estimer la susceptibilité du milieu naturel à la propagation des incendies. Cette susceptibilité résulte de la combinaison de plusieurs facteurs ayant trait à la densité de la végétation, aux types de combustible, au gradient et à l'exposition des pentes et à l'évapotranspiration. Les poids relatifs de ces facteurs ont été calculés en se référant à la carte des zones brûlées qui a été extraite de l'interprétation visuelle des images satellitaires à moyenne (TM et ETM+ de Landsat) et très haute résolutions (IKONOS et SPOT-5). La carte des feux passés montre une prédominance d'occurrence très faible (48 % de la superficie totale du Liban). La carte de vulnérabilité aux incendies indique une quasi-égalité des superficies occupées par les classes très faible, faible et moyenne, soit 75 % du Liban. Une bonne partie du pays (33,5 %) est affectée par des risques potentiels d'incendies moyen, fort et très fort qui sont principalement localisés sur les pentes sud de la chaîne du Mont-Liban. La validation sur le terrain de ce modèle indique une précision totale égale à 79 %, ce qui permet de l'extrapoler à d'autres pays méditerranéens.

Mots-clés : incendie ; SIG ; région méditerranéenne ; images satellitaires ; modélisation.

Thanks