



Analyse Multi-temporelle et multi-scalaire de la dynamique des paysages en Tunisie par l'utilisation des données MODIS et Landsat

Atelier final “Gestion Durable des Terres pour la réalisation de la Neutralité en matière de Dégradation des Terres: Approches et Outils Options-par-Contexte”

24 Octobre 2017
Tunis, Tunisie

Badabate Diwediga (iMMAP)
Quang Bao Le (ICARDA)





Plan de présentation

1. **Bref Aperçu**
2. **Methodology**
3. **Résultats**
4. **Conclusions et Perspectives**
5. **Références clef**



La surveillance de la dynamique du paysage est très capitale pour l'évaluation de la performance de la qualité du couvert paysager afin de garantir un monde sans dégradation nette des terres (Symeonakis et al., 2015; Salvati et al., 2014)

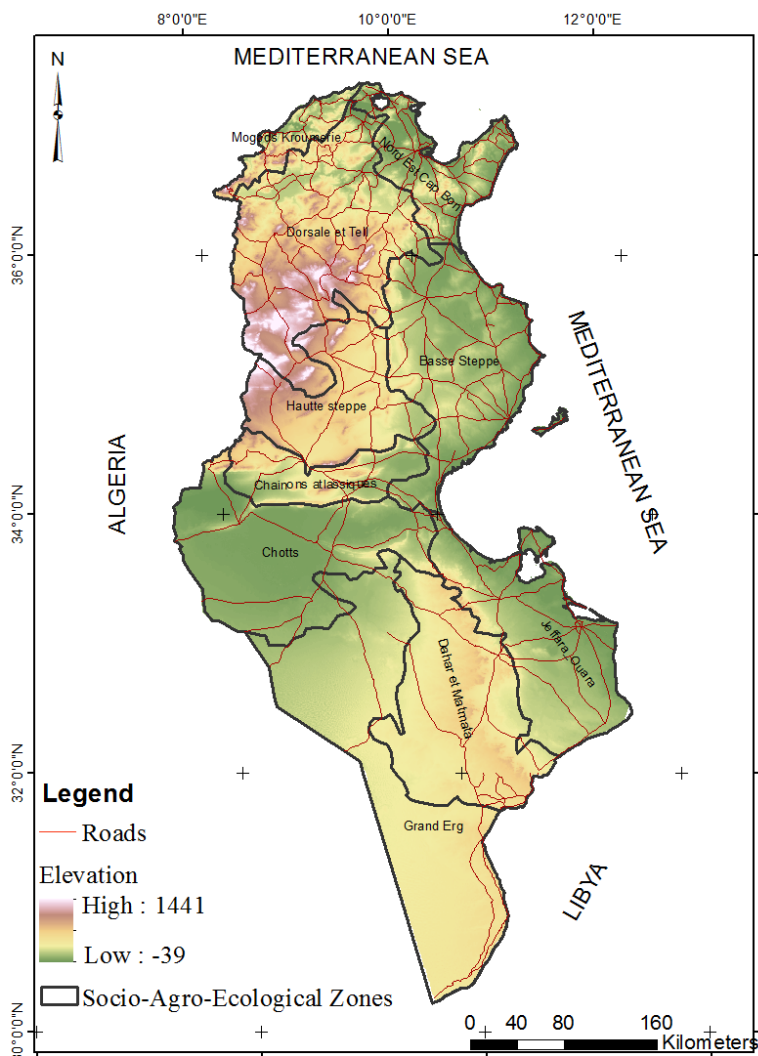
Pour une meilleure surveillance, il y a nécessité de disposer de données actualisées sur la couverture et l'occupation du sol, à différentes échelles spatio-temporelles (Senf et al., 2015; Pilloni et al., 2010)

Questions de recherche:

- Quelle a été la distribution spatiale de la dynamique du paysage entre 2002 et 2013 en Tunisie?
- Quelles sont les caractéristiques spatiales de dégradation et d'amélioration de la qualité des terres dans le gouvernorat de Zaghouan?

Milieu d' étude:

1. Echelle nationale: Tunisie



Superficie: 163 610 km²

Decoupage: 24 gouvernorats

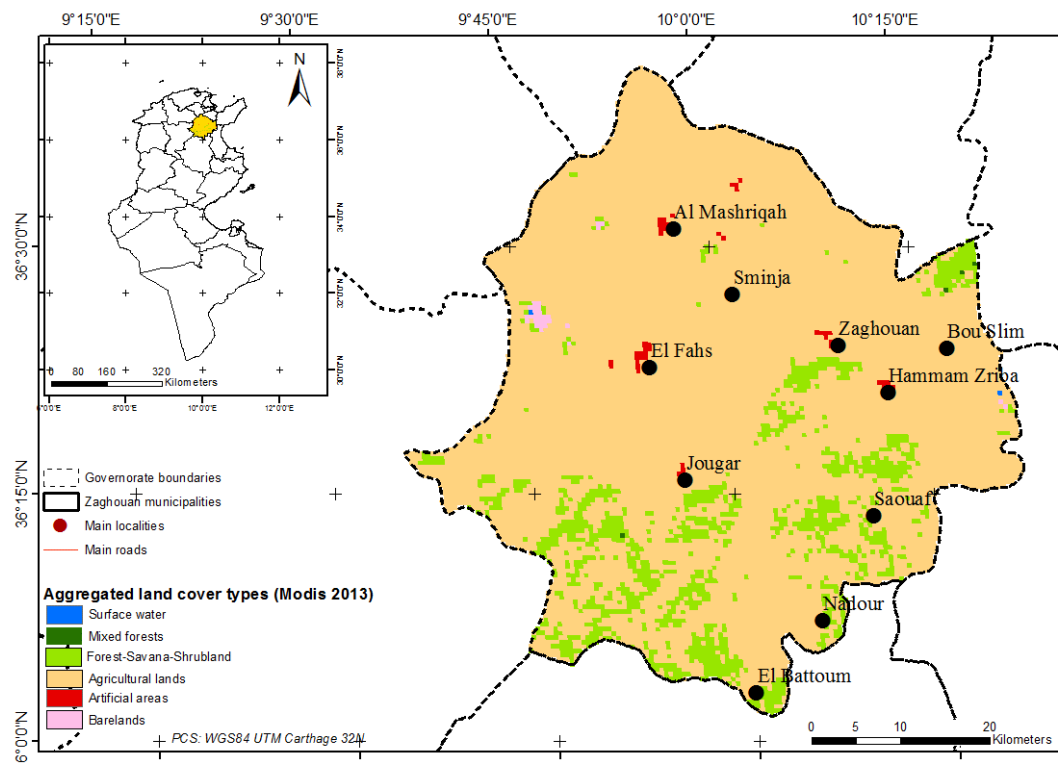
Population: ~ 12 Million (INS, 2016)

Dégradation des terres: > 70 % du territoire

Paysages: déserts, arbustes, forêts, terres agricoles, etc.

Climat: Aride au Méditerranéen

2. Niveau régionale: Gouvernorat de Zaghouan



Données et sources:

Données	Période	Sources	Echelle d'intérêt	Bandes d'intérêt
MODIS (MCD12Q1)	Annuelle, 2001 & 2013	USGS	Nationale + Gouvernorat	Composites annuelles
Landsat ETM+	Jun & Sept 2001 Feb & Jun 2002	USGS	Gouvernorat	6 Bandes (1 – 5 + 7) + indices de végétation
Landsat OLI	March & Sept 2013	USGS	Gouvernorat	Bandes 1 – 7 + indices de végétation
Images Google Earth	2001/2002 et 2013	Google Earth	Nationale & Gouvernorat	Images haute résolution
Cartes de changements d'affectation des terres	2005, 2010	LADA report & DGACTA (2005)	Nationale & Gouvernorat	--

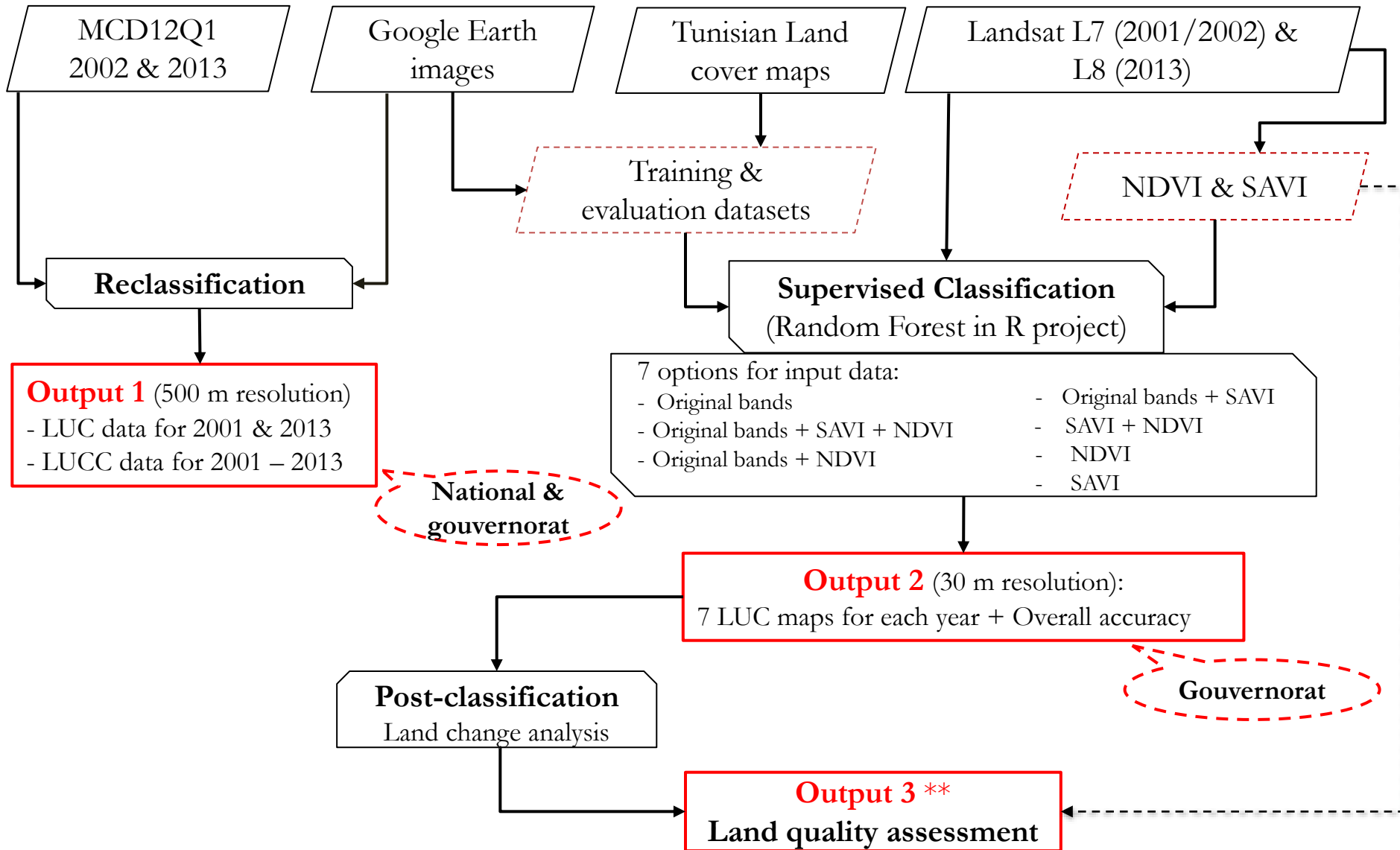
Approches générales:

- Classification supervisée (Algorithme Random Forest) d'images Landsat OLI & ETM+
- Reclassification des données MODIS MCD12Q1
- Détection des changements post-classification
- Analyse des changements de la qualité du couvert

Définition des types de couverture et occupation du sol (Rapport LADA-Tunisie, 2010)

Typologie	Définitions
Forests – Couvert arbustif	Végétation terrestre naturelle ou semi-naturelle, y compris les formations fermées, les arbustes de toute catégorie, et les terres reboisées
Broussailles & Végétation herbacées	Végétation terrestre naturelle ou semi-naturelle, y compris les broussailles de tout type, la végétation herbacées à arbustes éparses, sur terres temporairement ou permanemment inondées
Cultures arbustives/arborées	Principalement les zones de cultures d'oliviers, amandiers, sur de grande à petite superficies, irriguées ou non-irriguées.
Cultures céréalières	Cultures herbacées, principalement les céréales, sur de grande à petite superficies, irriguées ou non-irriguées.
Zones artificielles	Principalement les zones urbaines, routes, carrières, et autres zones artificielles (industrielles, etc.)
Terres nues	Surfaces nues exposées, y compris les rochers, les matériaux de surface non-consolidés, les sables de tout genre
Eaux de surface	Tous types d'eau de surface, incluant les cours artificiels et naturels, eaux intérieures, douces et permanentes.

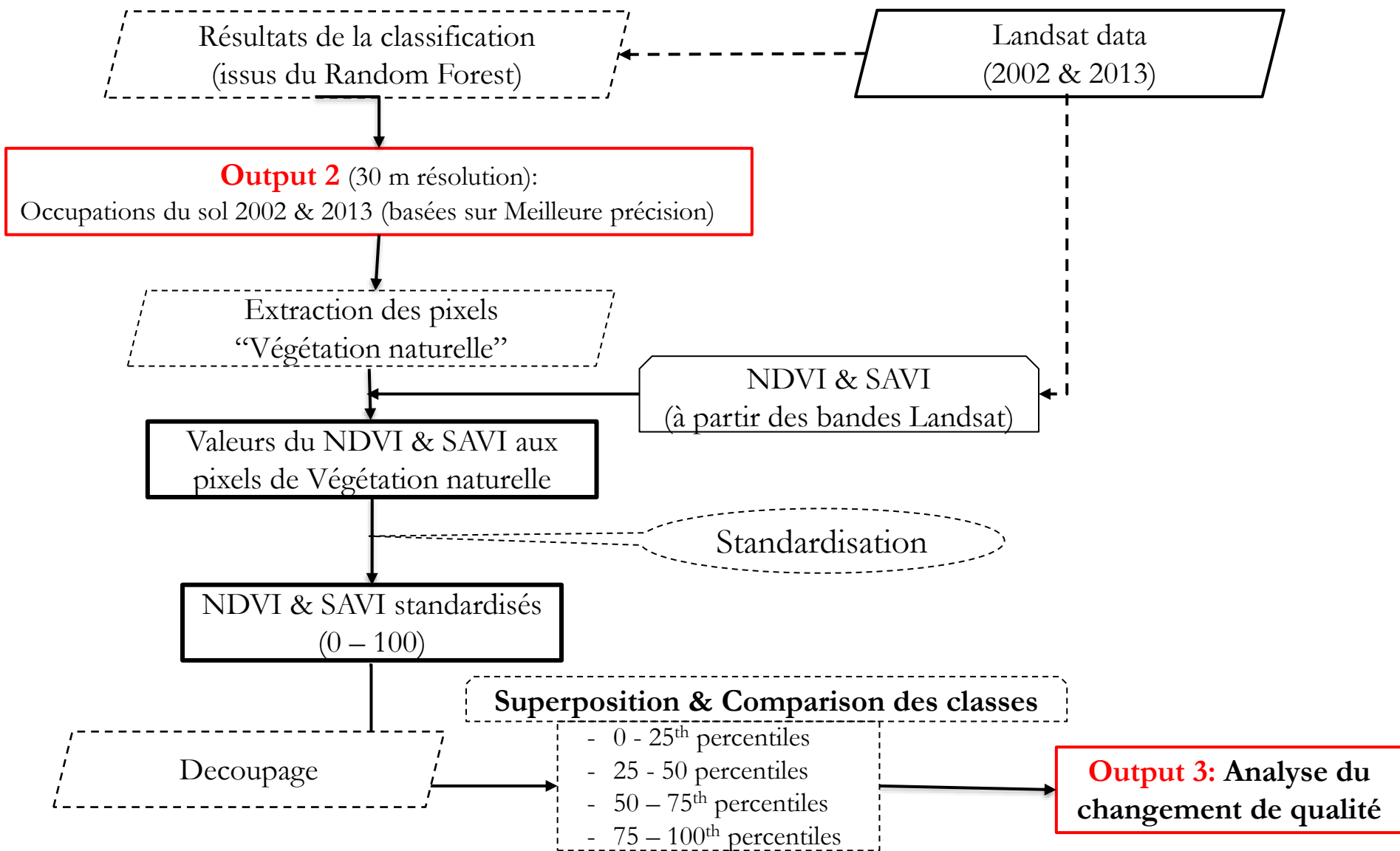
Diagramme méthodologique (Source: Auteurs)



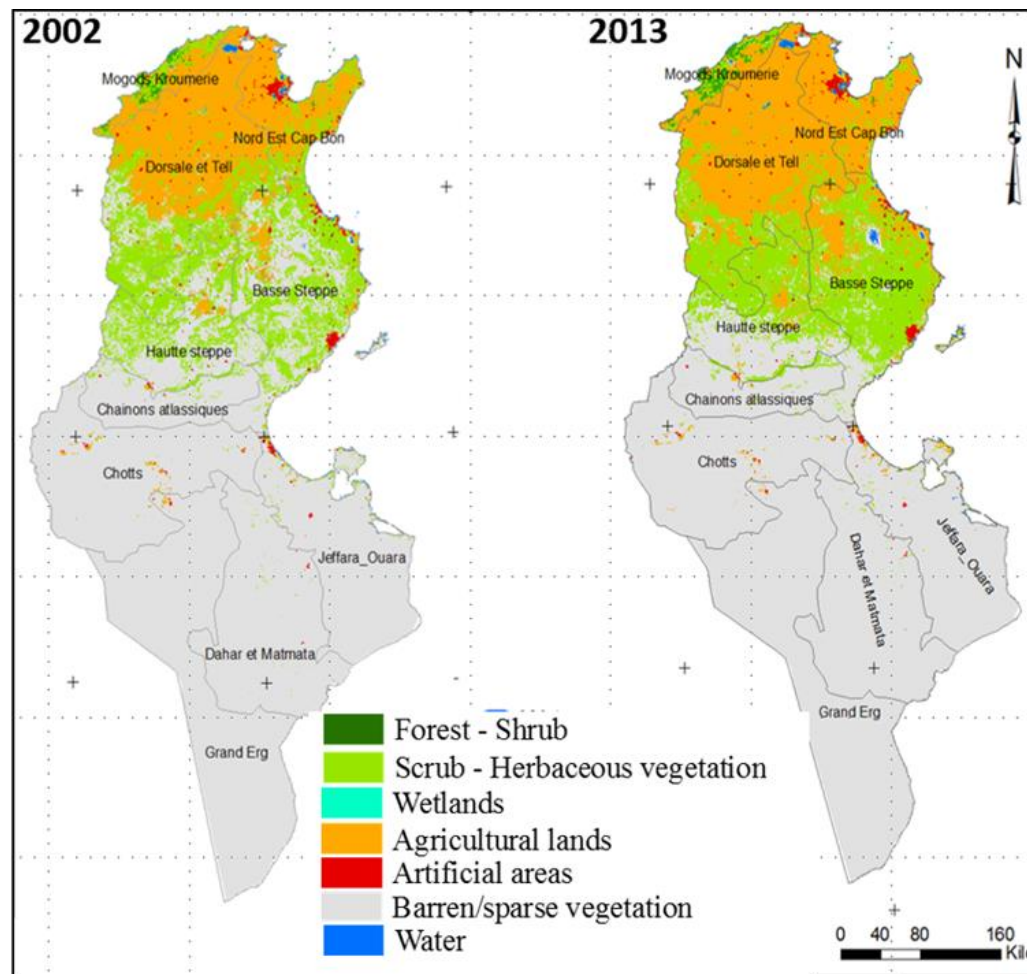


METHODOLOGIE (SUITE)

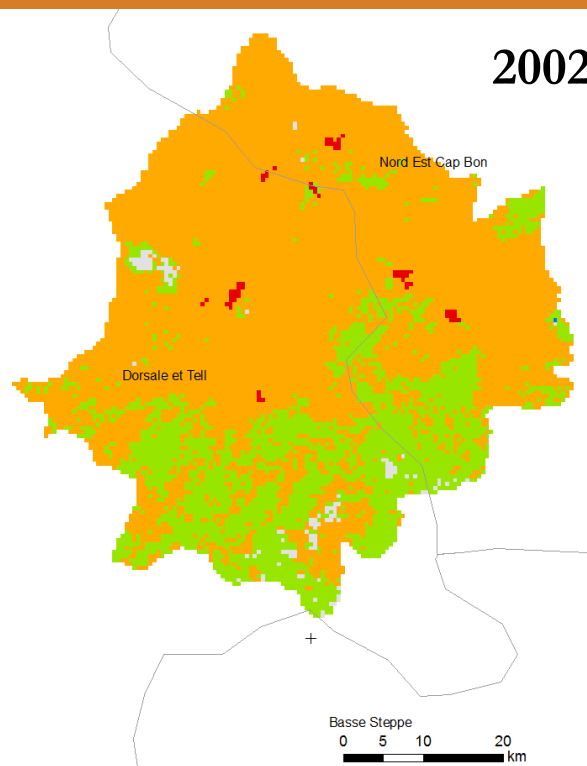
Diagramme méthodologique pour l'analyse de performance du paysage (Source: Auteurs)



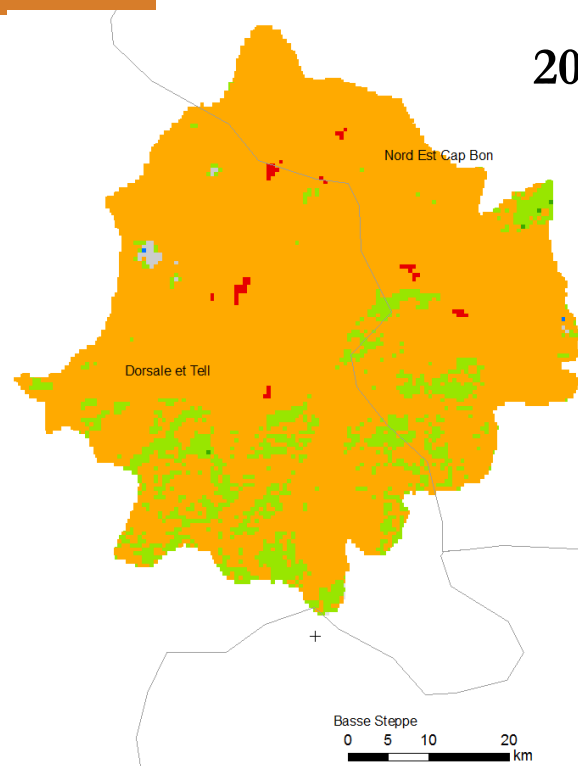
Types d'occupation du sol basés sur les données MODIS (Niveau national)



LUC	2002 (Areas in ha)	2013 (Areas in ha)	Change (in ha)
Forest-Shrub	41094.96	88999.49	47904.53
Scrubland-grassland	2464316.49	2625209.54	160893.05
Wetlands	1115.15	6069.97	4954.83
Agric. lands	2279722.04	2938599.54	658877.50
Artificial areas	122087.67	121377.73	-709.94
Barren	10554889.26	9681449.17	-873440.09
Water	43777.37	45528.52	1751.15



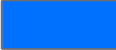





2002



2013

2002 (en ha)	2013 (en ha)	Changement 2002-2013 (en ha)
25	50	+ 25
75	100	+ 25
72775	31300	- 41475
208102	252775	+ 44155
1575	1200	- 375
3050	725	-2325

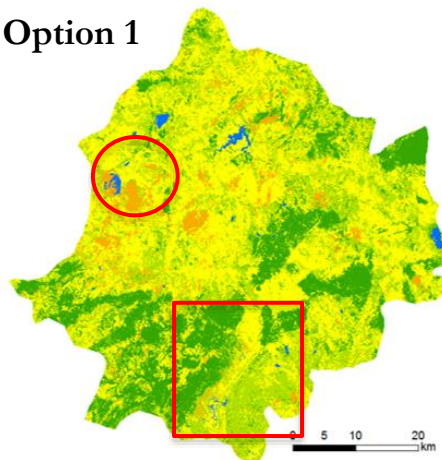
Legend

-  Water bodies
-  Forest-shrubs
-  Herbaceous vegetation
-  Agricultural lands
-  Artificial areas
-  Bare lands

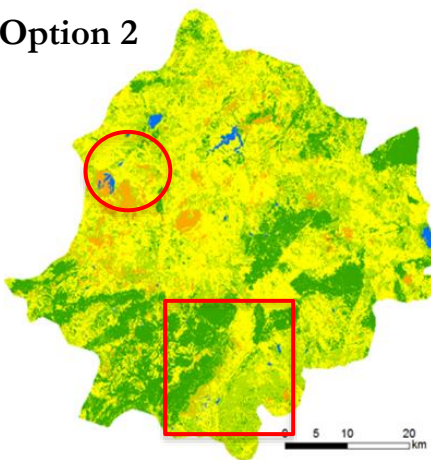
Résultats des 7 options de combinaison

Composite 2013

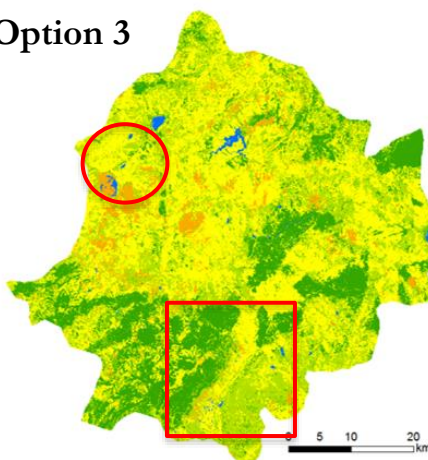
Option 1



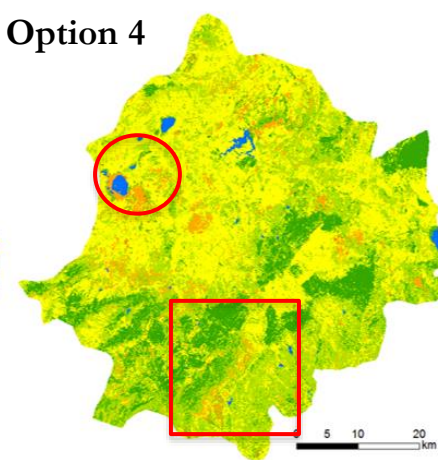
Option 2



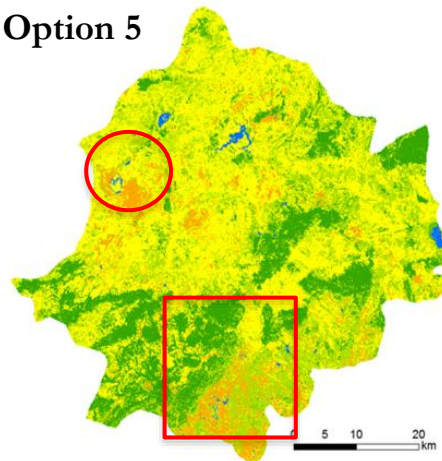
Option 3



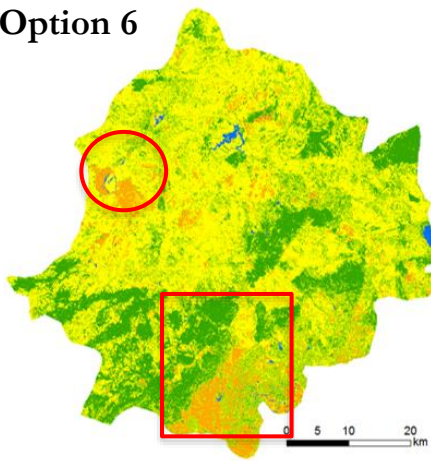
Option 4



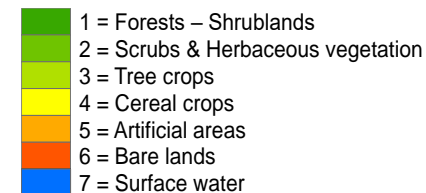
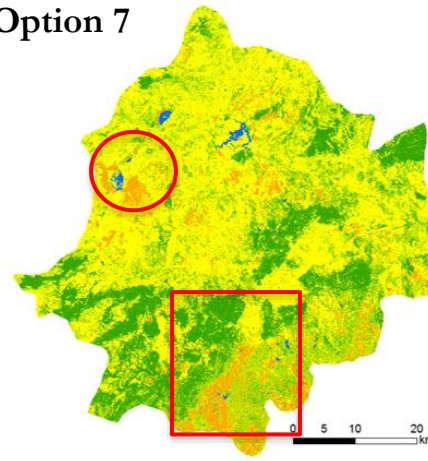
Option 5



Option 6



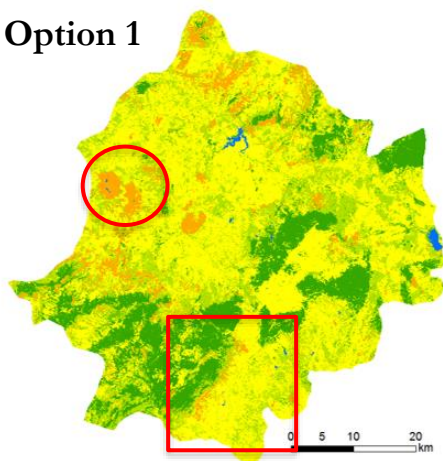
Option 7



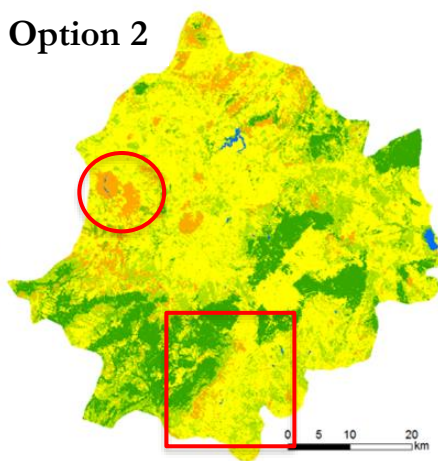
Résultats des 7 options de combinaison

Composite 2002

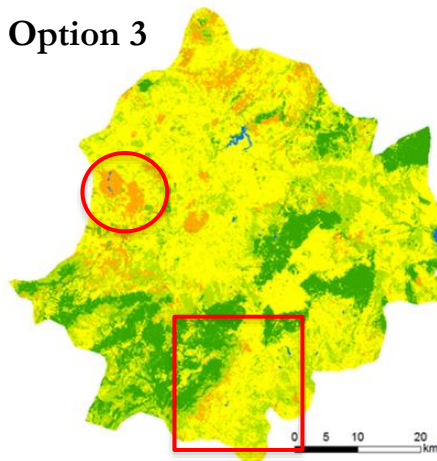
Option 1



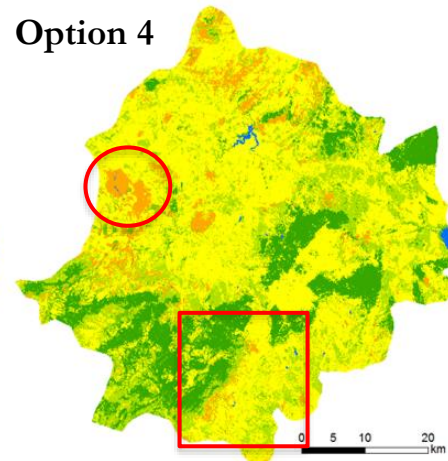
Option 2



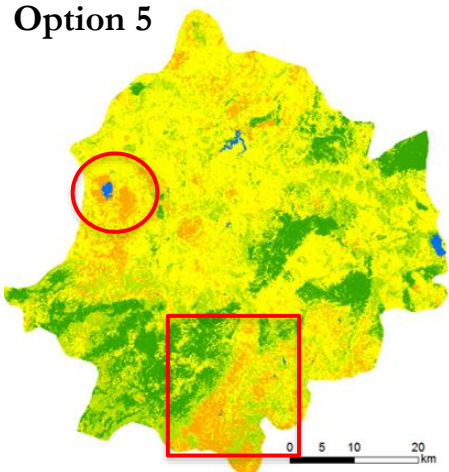
Option 3



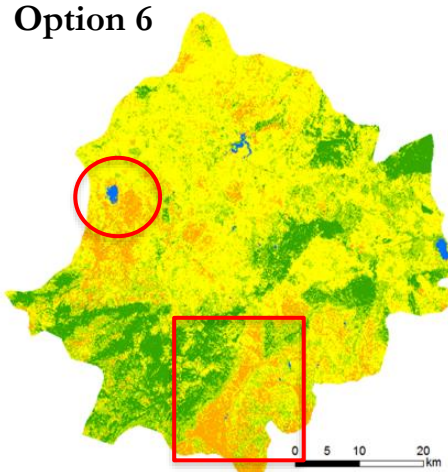
Option 4



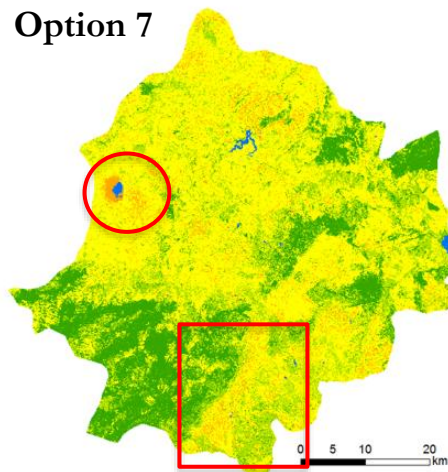
Option 5



Option 6



Option 7

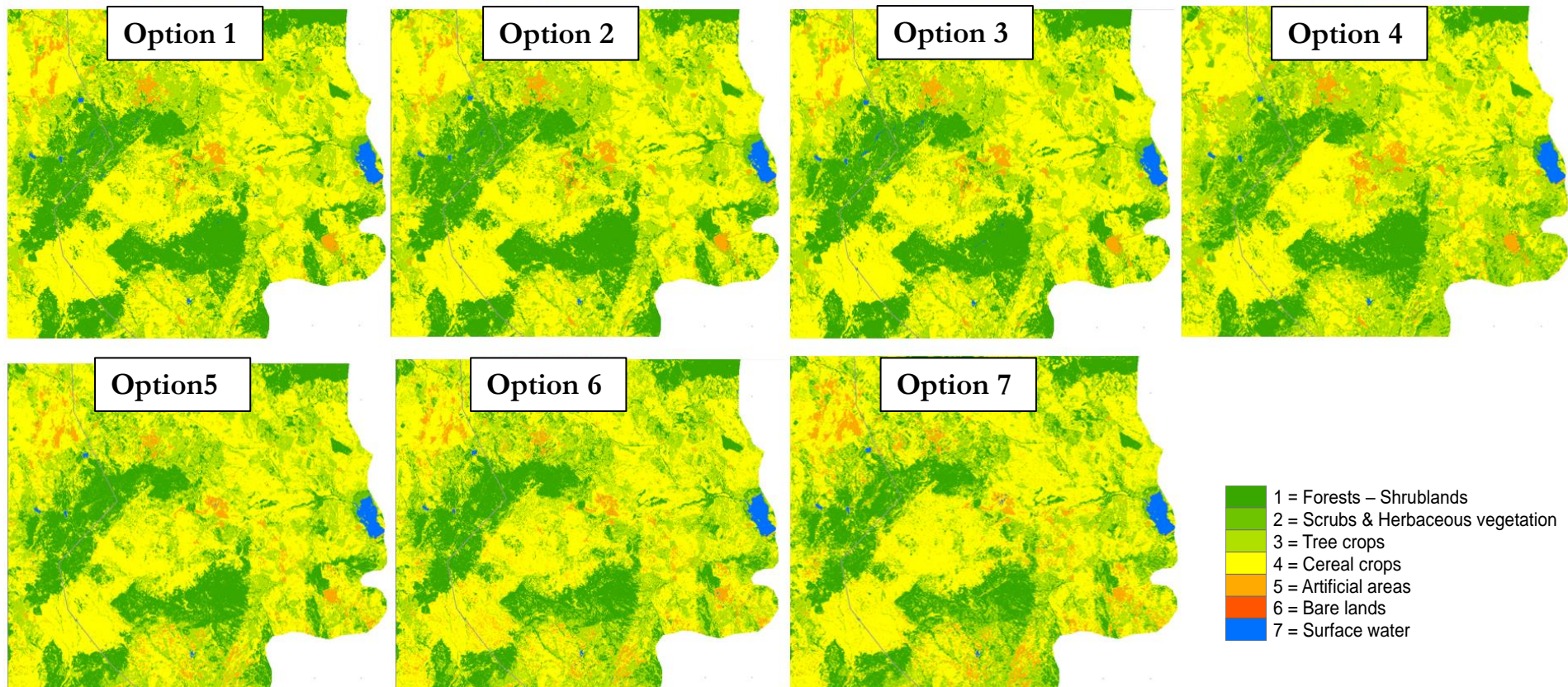


Legend

- 1 = Forests – Shrublands
- 2 = Scrubs & Herbaceous vegetation
- 3 = Tree crops
- 4 = Cereal crops
- 5 = Artificial areas
- 6 = Bare lands
- 7 = Surface water

Zoom d'identification visuelle des differences

Composite 2013





Précision générale et Indice d'adéquation de Kappa

Options	2002		2013	
	Précision	Indice de Kappa	Précision	Indice de Kappa
1	0.74	0.62	0.77	0.69
2	0.71	0.67	0.76	0.67
3	0.68	0.61	0.76	0.67
4	0.7	0.6	0.73	0.63
5	0.66	0.53	0.71	0.61
6	0.67	0.55	0.69	0.57
7	0.65	0.53	0.71	0.6

Note: valeurs reportées à 95 % IC

Options	Composite 2002	Composite 2013
Option 1: Bandes originales	24 bandes	14 bandes
Option 2: Bandes originales + NDVI	28 bandes	16 bandes
Option 3: Bandes originales + SAVI	28 bandes	16 bandes
Option 4: Bandes originales + SAVI + NDVI	32 bandes	18 bandes
Option 5: Indices de végétation (SAVI + NDVI)	08 bandes	04 bandes
Option 6: NDVI uniquement	04 bandes	02 bandes
Option 7: SAVI uniquement	04 bandes	02 bandes

		Référence							Class error
		1	2	3	4	5	6	7	
2002									
Classification	1	89.87	5.32	9.32	2.63	0.19	0.00	0.00	0.09
	2	3.03	85.11	2.32	2.95	0.29	0.00	0.00	0.66
	3	4.93	3.99	75.40	10.42	2.78	0.00	0.00	0.26
	4	2.15	4.52	12.22	82.56	3.84	0.00	0.65	0.10
	5	0.00	0.00	0.31	0.98	89.84	0.00	0.00	0.10
	6	0.01	0.00	0.25	0.33	2.78	0.00	0.00	1.00
	7	0.00	1.06	0.19	0.13	0.29	0.00	99.35	0.05
2013									
Classification	1	93.95	1.16	4.80	1.66	0.09	0.00	0.00	0.05
	2	2.29	95.93	2.34	1.65	0.09	0.00	0.00	0.47
	3	2.01	1.36	86.87	4.58	2.49	0.00	0.00	0.11
	4	1.66	1.36	5.31	91.83	0.28	0.00	0.81	0.05
	5	0.00	0.00	0.17	0.07	94.56	0.00	0.00	0.01
	6	0.04	0.00	0.41	0.11	2.12	100	0.00	0.78
	7	0.05	0.19	0.11	0.11	0.37	0.00	99.19	0.04

Légende des classes:

- 1 = Forests – Shrublands
- 2 = Scrubs & Herbaceous vegetation
- 3 = Tree crops
- 4 = Cereal crops
- 5 = Artificial areas
- 6 = Bare lands
- 7 = Surface water

Niveaux de précision:

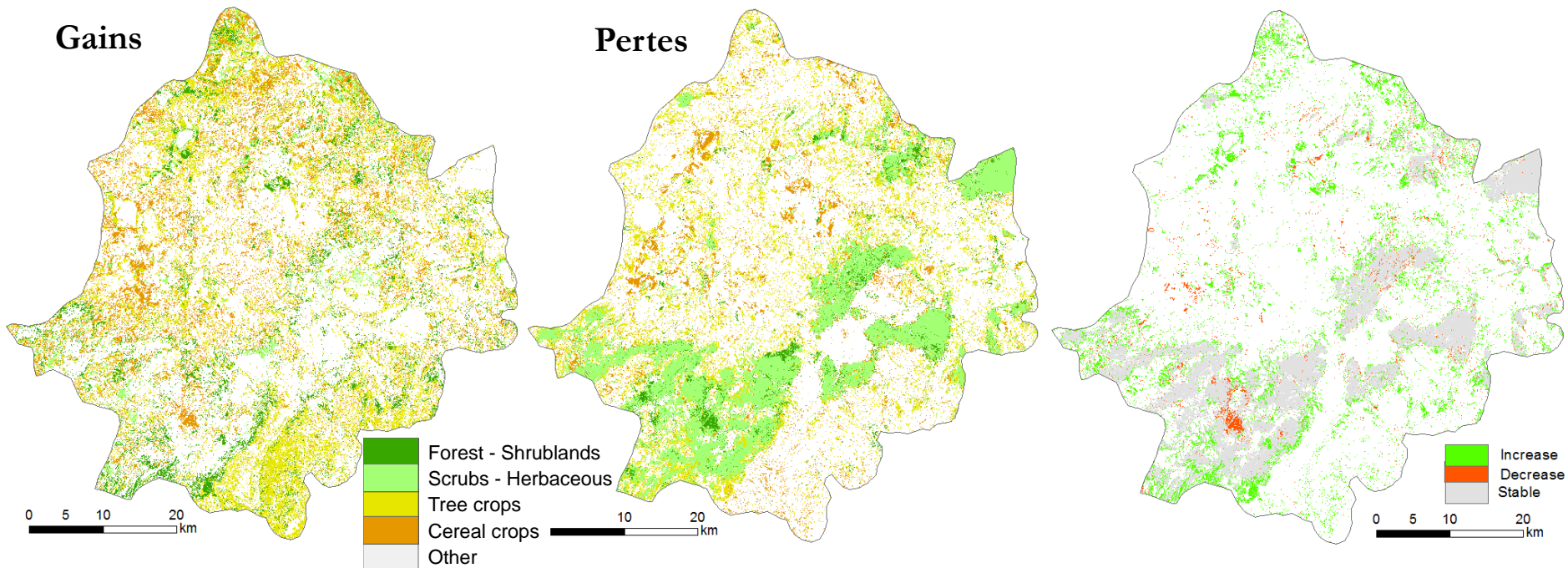
- Très haute précision (> 95 %)
- Haute précision (85 – 95 %)
- Précision acceptable (75 – 85%)
- Faible précision (< 75%)

Dynamique par types d'occupation

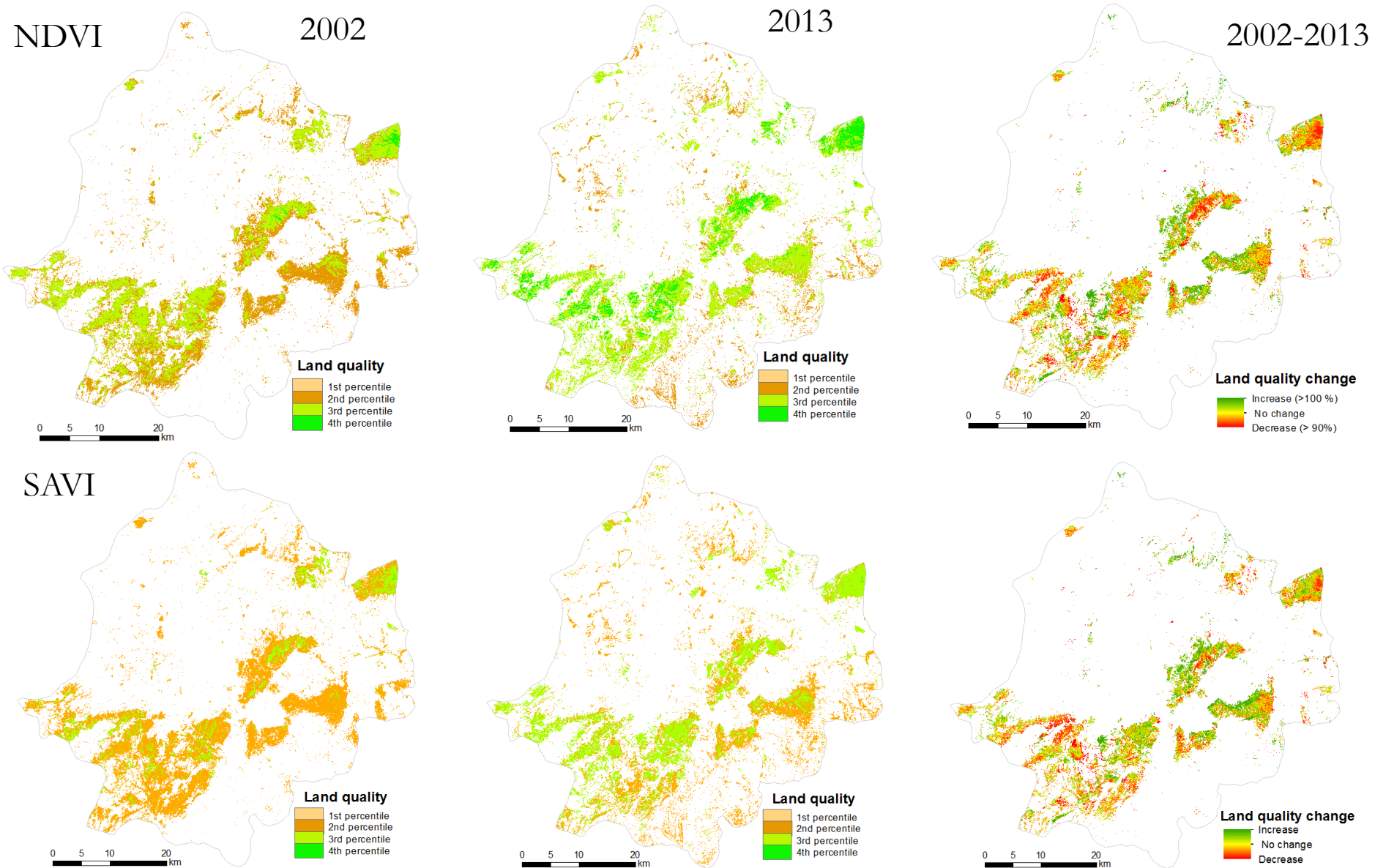
Dynamique de la végétation naturelle

Gains

Pertes



Types d'occupation	Gains	Pertes	Net
Forest - Shrublands	18476.19	8191.26	10284.93
Scrubs - herbaceous	6365.7	45068.85	-38703.15
Tree crops	41650.47	32950.44	8700.03
Cereal crops	27736.11	14239.26	13496.85



En conclusion,

- Les paysages aux échelles nationale et régionale ont connu une dynamique importante révélée par les données de faible (MODIS) et moyenne (Landsat) résolutions
- Globalement, les paysages ont connu une augmentation des superficies des terres agricoles (aux niveaux national et régional) et forestières.
- les indices de végétation ont permis de révéler une amélioration dans la qualité de la végétation naturelle dans le gouvernorat de Zaghwan.
- L'approche combinant la classification d'images à l'analyse de la qualité de végétation a permis de comprendre mieux la dynamique réelle des paysages multifonctionnels méditerranéens (e.g. Gouvernorat de Zaghwan)

En perspectives,

- Etendre l'évaluation aux milieux semi-arides et arides (e.g. Gouvernorat de Medenine)
- Explorer l'influence de la classification intégrant d'autres variables (e.g. élévation, types de sols, etc.) sur les caractéristiques du paysage
- Explorer les connections possibles entre la dynamique de la qualité de la végétation et les pratiques de gestion durable des terres et les services écosystémiques connexes

Global Geo-informatics Options by Contexts



*A tool for better
investment decisions
in agriculture and
rural development*



Merci!



Références clef

- Chander, et al (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment* 113, 893–903.
- Puissant et al (2014). Object-oriented mapping of urban trees using Random Forest classifiers. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 26 : 235–245.
- Eisavi et al, (2012). Land cover mapping based on random forest classification of multitemporal spectral and thermal images. *Environ Monit Assess* 187:291
- Chuan et al (2008). Evaluation of Random Forest and Adaboost tree-based ensemble classification and spectral band selection for ecotope mapping using airborne hyperspectral imagery. *Remote Sensing of Environment* 112: 2999–3011.
- Ministry of foreign affairs-Instituto Agronomico Fer L'Oltremare (2004). *Land Evaluation in the Oued Rmel Catchment - Tunisia*. 24th Course professional Master. Geomatics and Natural Resources Evaluation. Florence 2004".
- LADA (2010). Land degradation Assessment in Dry Areas. report in Tunisia. 2010.
- Pilloni et al. (2010). "Analysis and validation of a methodology to evaluate land cover change in the Mediterranean Basin using multi-temporal MODIS data." *European Journal of Remote Sensing* 4.
- Salvati et al. (2014). Unveiling soil degradation and desertification risk in the Mediterranean basin: a data mining analysis of the relationships between biophysical and socioeconomic factors in agro-forest landscapes. *Journal of Environmental Planning and Management* 58(10): 1789-1803.
- Senf et al. (2015). "Mapping land cover in complex Mediterranean landscapes using Landsat: Improved classification accuracies from integrating multi-seasonal and synthetic imagery." *Remote Sensing of Environment* 156: 527–536.
- Symeonakis et al. (2015). "Multi-temporal Forest Cover Change and Forest Density Trend Detection in a Mediterranean Environment." *Land Degradation & Development* 28(4): 1188-1198.

❑ Outils utilisés:

- ArcGIS 10.4.1 Desktop
- QGIS 2.18.1
- Google Earth Pro
- R project & packages (Rgdal, Raster, Snow, Caret, ggplot2, sp)

❑ Formule de calcul de la radiance

$$\text{Radiance} = (\text{Gain} * \text{DN}) + \text{Biais}$$

❑ Formule de calcul de la réflectance à partir de la radiance

$$\text{Réflectance} = (3.14 * \text{Radiance} * d^2) / (E * \sin((SA * 3.14) / 180))$$

❑ Code de correction de la reflectance, i.e., reclassification des valeurs negatives en 0

$$\text{Corrected_reflectance} = \text{CON}([\text{Reflectance}] < 0.0, 0.0, [\text{Reflectance}])$$

Gain = Gain spécifiques a chaque bande (voir Chander et al, 2009)

Biais = Biais spécifiques a chaque bande (voir Chander et al, 2009)

DN = Digital Number (0 - 255)

d = distance Terre-Soleil (voir Tableau SI1, Diapositive suivante)

E = Radiance spécifiques a chaque bande emise par le soleil (Chander et al, 2009) (voir Tableau SI1 suivant)



Information Complémentaire

Tableau SI1. Données d'entrée pour le calcul de radiance et reflectance a partir des donnees Landsat ETM+ (Sources: USGS Landsat Metadata, et Chander et al, 2009)

Band	Gain	Bias	Band specific radiance emitted by the sun (Watts/ (m ² * μm)	06/2001		09/2001		02/2002		06/2002	
				d (distance earth- sun)	Solar angle	d (distance earth- sun)	Solar angle	d (distance earth- sun)	Solar angle	d (distance earth- sun)	Solar angle
1	0.778740	-6.98	1997	1.01589392	65.88644586	1.00841406	53.89595078	0.9903779	38.90608791	1.0161154	65.62710913
2	0.798819	-7.20	1812	1.01589392	65.88644586	1.00841406	53.89595078	0.9903779	38.90608791	1.0161154	65.62710913
3	0.621654	-5.62	1533	1.01589392	65.88644586	1.00841406	53.89595078	0.9903779	38.90608791	1.0161154	65.62710913
4	0.639764	-5.74	1039	1.01589392	65.88644586	1.00841406	53.89595078	0.9903779	38.90608791	1.0161154	65.62710913
5	0.126220	-1.13	230.8	1.01589392	65.88644586	1.00841406	53.89595078	0.9903779	38.90608791	1.0161154	65.62710913
7	0.043898	-0.39	84.9	1.01589392	65.88644586	1.00841406	53.89595078	0.9903779	38.90608791	1.0161154	65.62710913

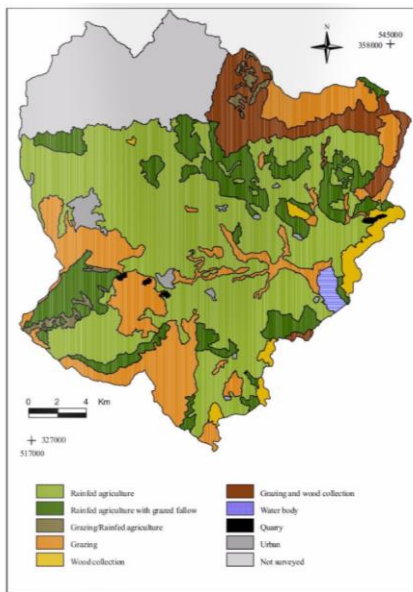


Figure 13 - Land Use map

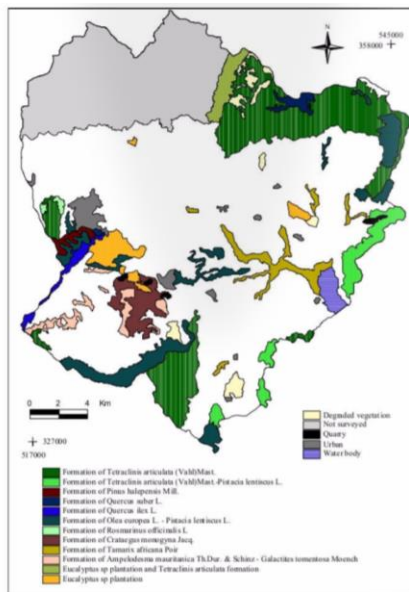


Figure 14 - Vegetation map

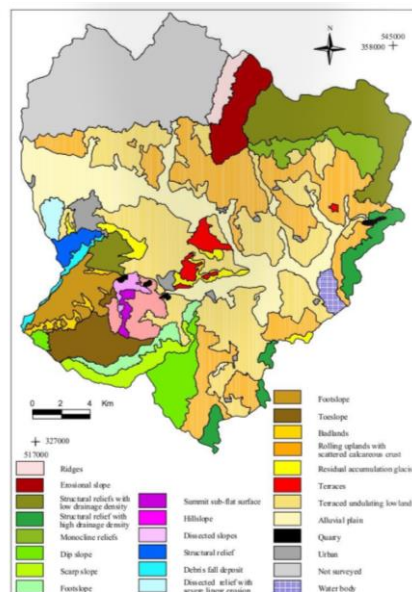


Figure 12 - Land System and Landform map

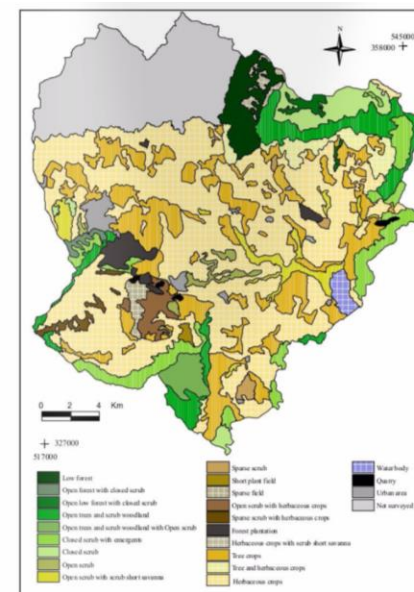


Figure 13 - Land Cover map

Ces documents sont tirés de:

"Ministry of foreign affairs-Instituto Agronomico Fer L'Oltremare (2004). Land Evaluation in the Oued Rmel Catchment - Tunisia. 24th Course professional Master. Geomatics and Natural Resources Evaluation. Florence 2004".