

# Processi di desertificazione

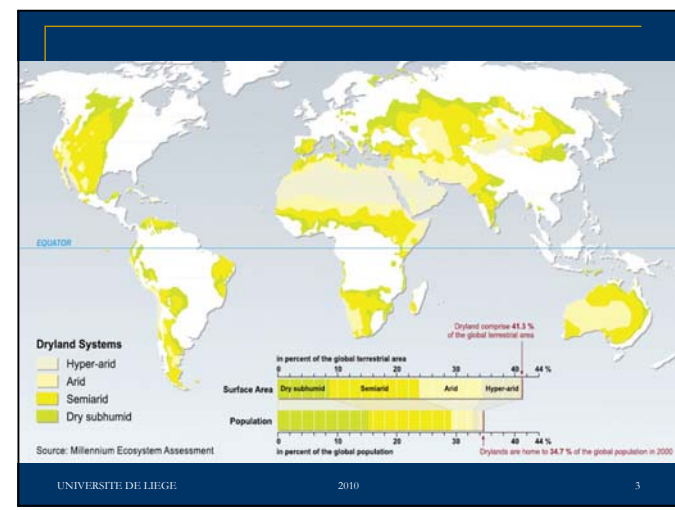
Dr. P. Ozer, DSGE, ULg



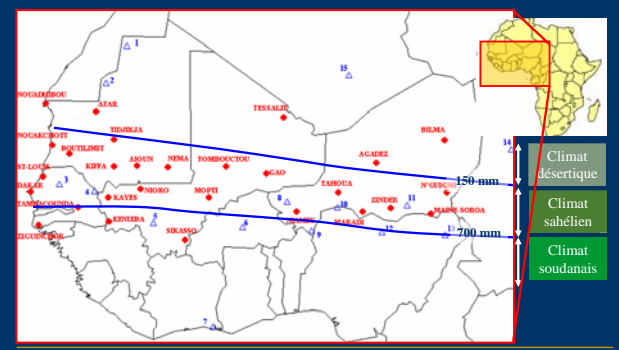
# Définition (UNCCD)

## Désertification:

Dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines.



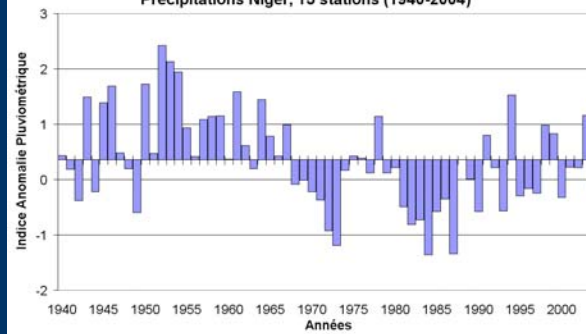
# Sahel : Niger



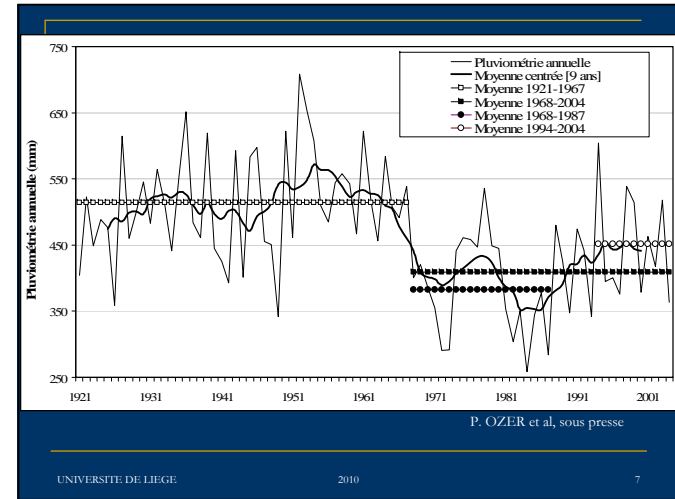
Désertification

# Le climat

Précipitations Niger, 15 stations (1940-2004)



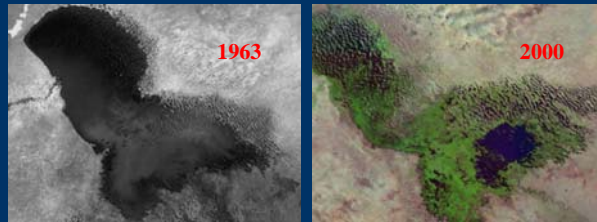
P. OZIER et al, sous presse



P. OZIER et al, sous presse



## Résultats de la sécheresse



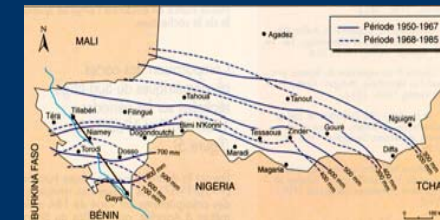
En 1968, la superficie du lac Tchad était approximativement de 23500 km<sup>2</sup>, mais après une trentaine d'années de sécheresse, cette zone est réduite actuellement à 1355 km<sup>2</sup>.

## Paramètres climatiques

### Sécheresse

Elaboration de cartes pluviométriques.

Exemple: Comparaison des périodes humide (1950-1967) et sèche (1968-1985) au Niger Evolution

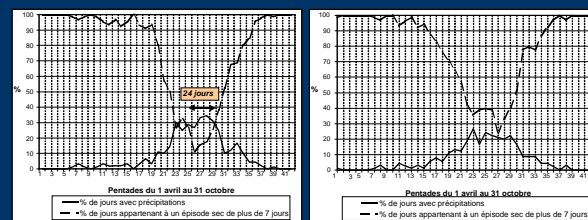


## Paramètres climatiques

### Sécheresse

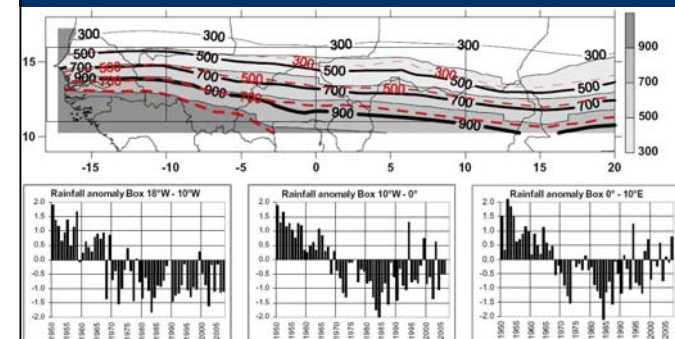
Effets sur la longueur de la saison des pluies.

Longueur moyenne (jours) de la saison des pluies durant les périodes humide (1950-1967) et sèche (1968-1985) à N'Guigmi (Est Niger)



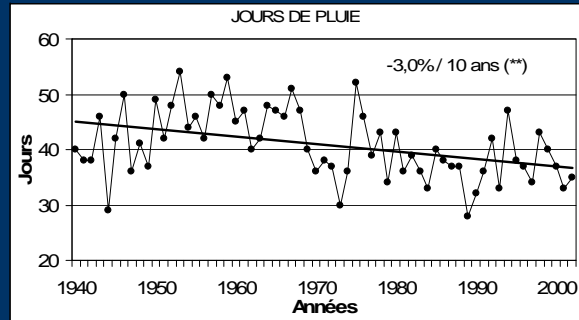
## Paramètres climatiques

Elaboration de cartes pluviométriques (1950-2007) (Lebel et Ali, 2009).



## Paramètres climatiques

### Jours de pluie



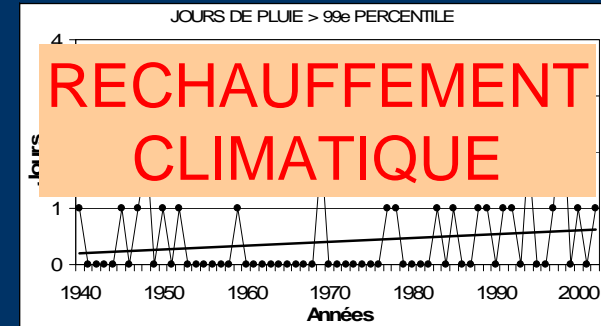
UNIVERSITE DE LIEGE

2010

13

## Paramètres climatiques

### Pluies extrêmes



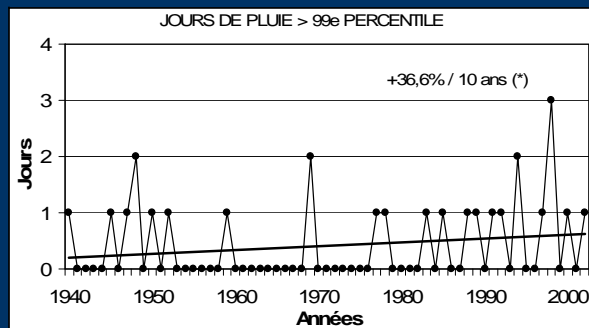
UNIVERSITE DE LIEGE

2010

15

## Paramètres climatiques

### Pluies extrêmes



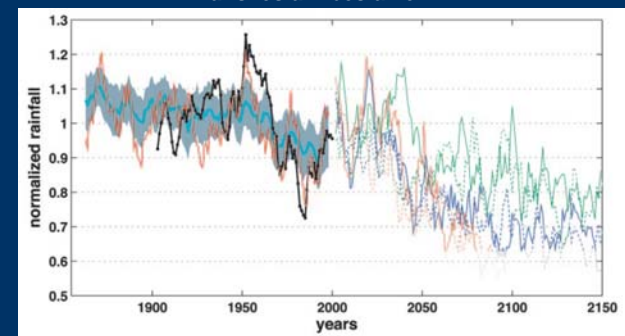
UNIVERSITE DE LIEGE

2010

14

## Paramètres climatiques

### Dans les années à venir?



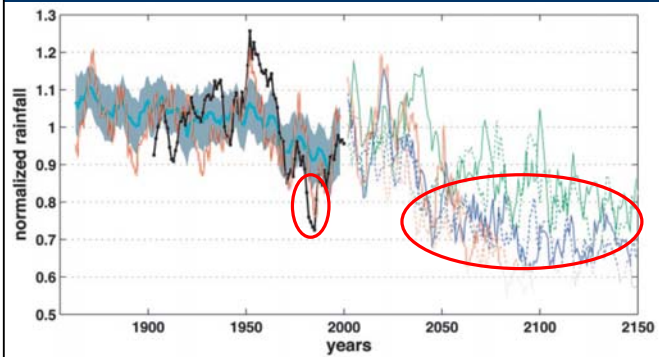
Held et al., 2005

UNIVERSITE DE LIEGE

2010

16

Paramètres climatiques: Pleuvra-t-il cette année ?



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

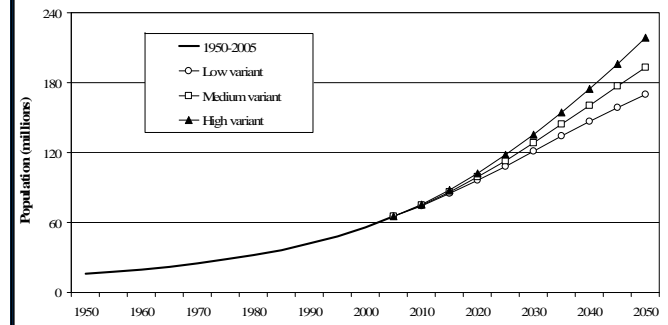
Held et al., 2005

17

Désertification

L'Homme

Evolution de la population sahélienne de 1950 à 2005 et projections



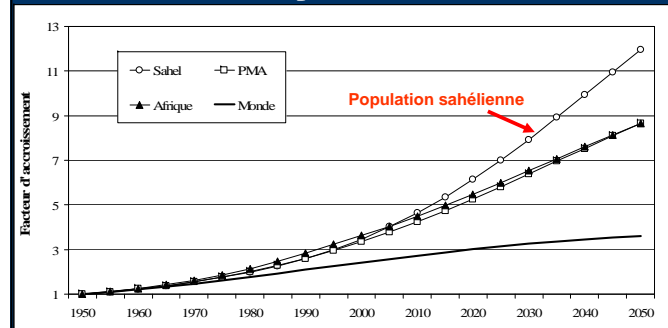
UNIVERSITE DE LIEGE

2010

d'après UNPP, 2006

19

Evolution de la population sahélienne de 1950 à 2050: Comparaison...



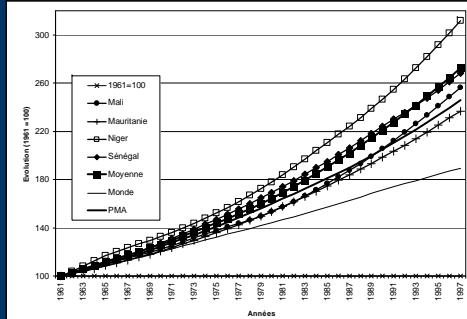
UNIVERSITE DE LIEGE

2010

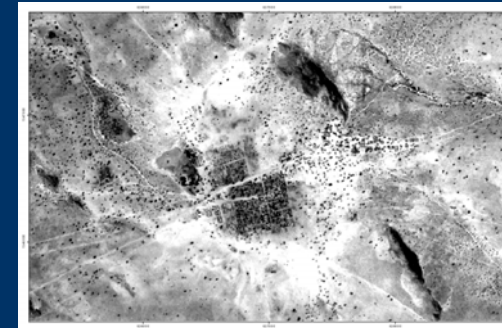
d'après UNPP, 2006

20

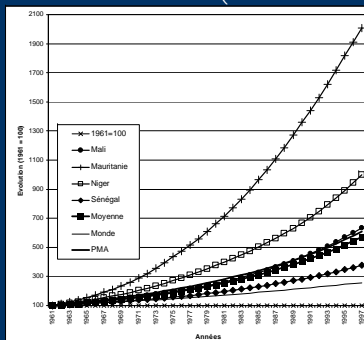
## Evolution proportionnelle de la population de 1961 à 1997 (1961 = 100)



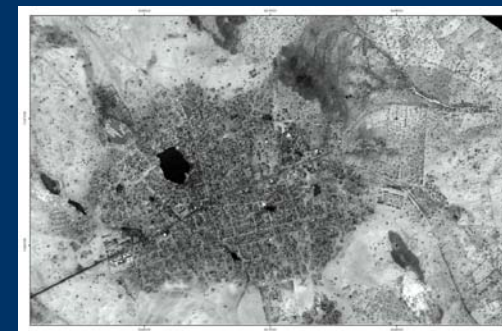
## Photos aériennes de 1957



## Evolution proportionnelle de la population urbaine de 1961 à 1997 (1961 = 100)



## Quickbird (12.08.2002)





# Evolution de la ville de Gouré entre 1957 et 2002



UNIVERSITE DE LIEGE

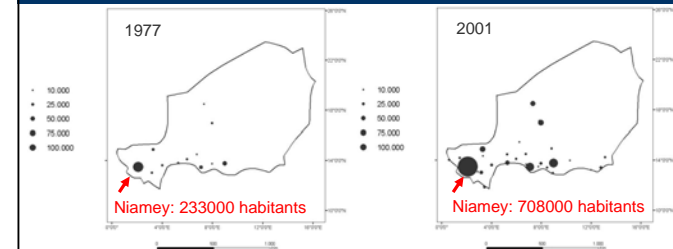
2010

25





## Evolution de la population urbaine ...



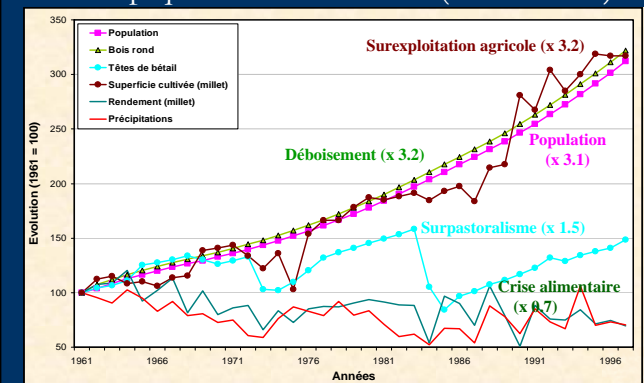
UNIVERSITE DE LIEGE

2010

d'après UNPP, 2006

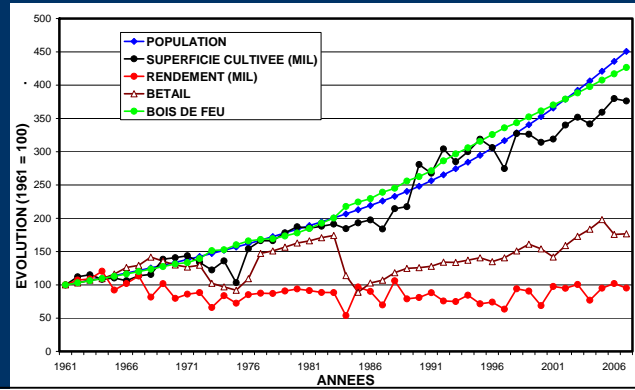
31

## Evolution proportionnelle des paramètres anthropiques de 1961 à 1997 (1961 = 100)

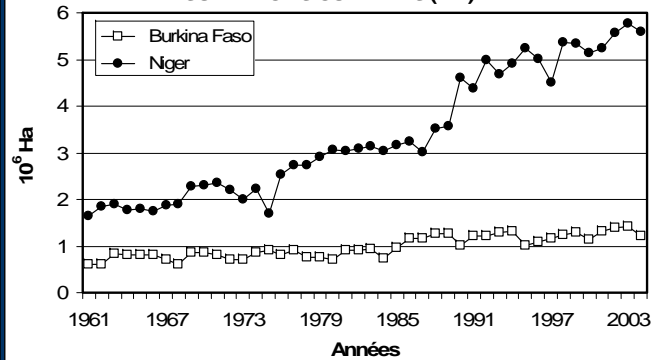




## Evolution proportionnelle des paramètres anthropiques de 1961 à 2007 (1961 = 100)



## SUPERFICIES CULTIVEES (ML)

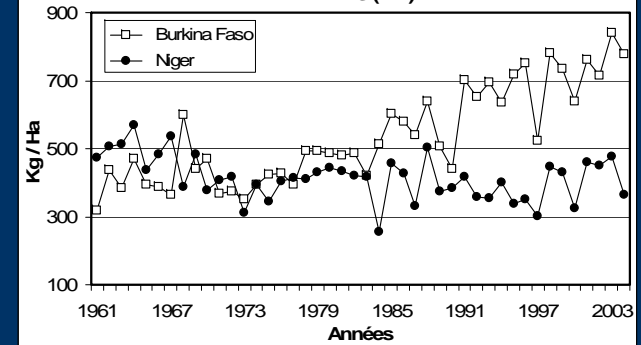


UNIVERSITE DE LIEGE

2010

34

## RENDEMENTS (ML)



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

35



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

36

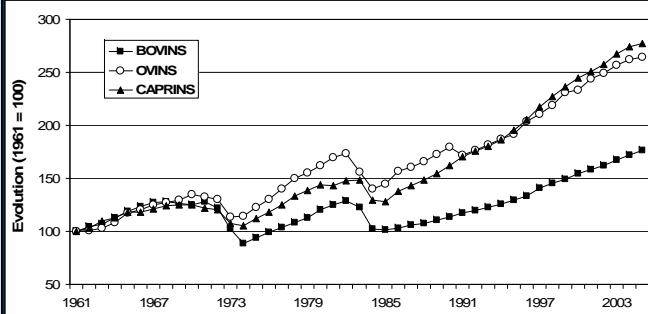
	Bovins	Ovins	Caprins	Chameaux	Total	Evolution
1917	752971	1266788	1215660	233955	3469374	-
1926	1500000	2000000	2000000	410000	5910000	+70%
1936	2700000	2500000	2000000	420000	7620000	+29%
1946	3400000	5000000	4000000	1200000	13600000	+78%
1956	6907000	6946000	5748000	2000000	21601000	+59%
1983	19550000	19500000	12900000	2500000	54450000	+152%
1993	21600000	22500000	16200000	2850000	63150000	+16%
Evolution	X 29	X 18	X 13	X 12	X 18	X 18

*Evolution du cheptel (têtes de bétail) de 1917 à 1993 au Soudan.*



### Évolution proportionnelle du nombre de têtes de bétail au Sahel de 1961 à 2005 (1961 = 100) (d'après les données FAO, 2006a).

Bovins: 1961 = 16,6 10<sup>6</sup> ; ovins: 1961 = 13,7 10<sup>6</sup> ; caprins: 1961 = 16,3 10<sup>6</sup>





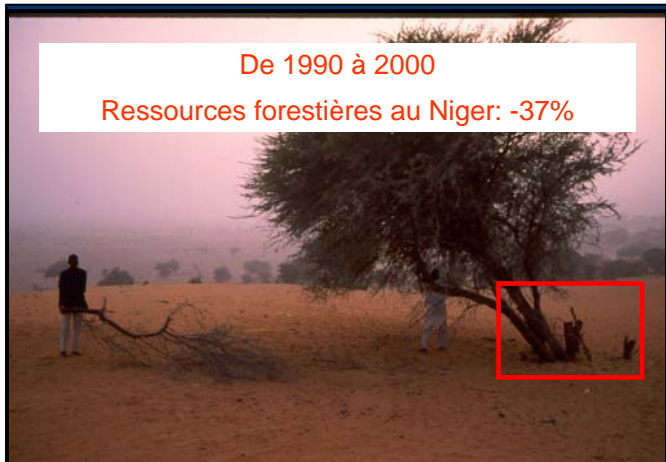
Cause: cheptel, piétinement, Est Niger, ~300-400 mm

UNIVERSITE DE LIEGE

2010

41

De 1990 à 2000  
Ressources forestières au Niger: -37%

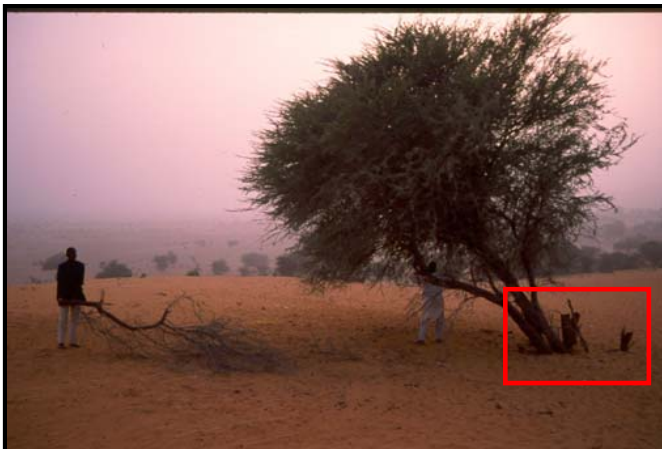


UNIVERSITE DE LIEGE

2010

d'après FAO, 2001

43



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

42



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

44





UNIVERSITE DE LIEGE

2010

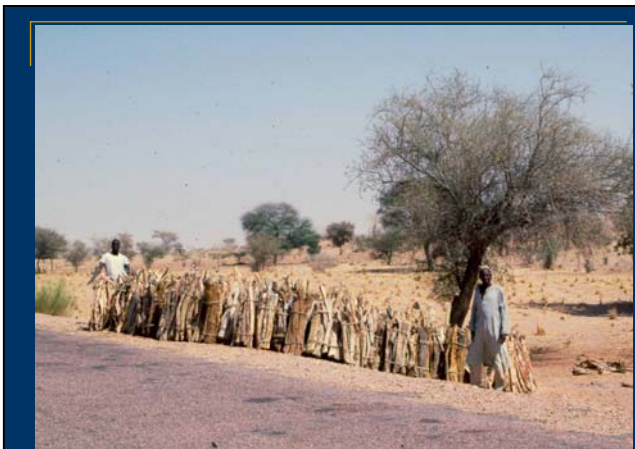
45



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

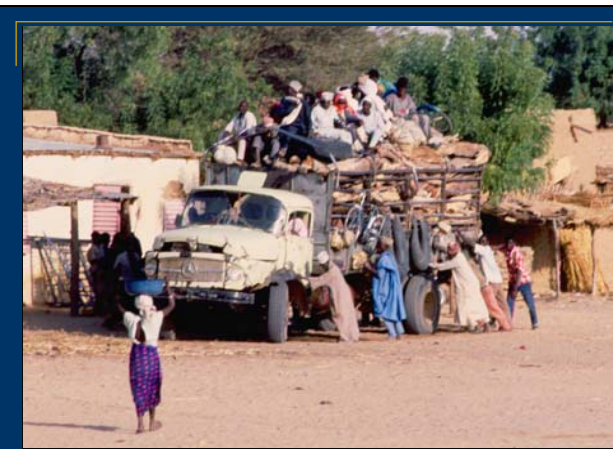
47



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

46

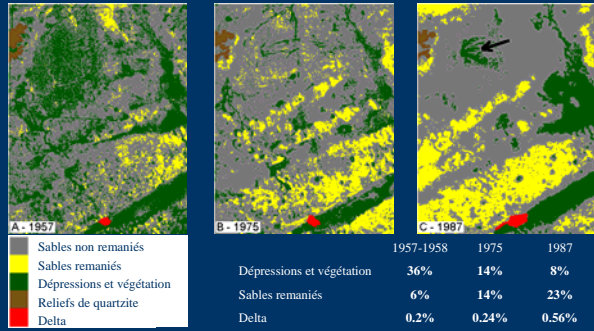


UNIVERSITE DE LIEGE

2010

48

## Evolution du paysage dans la région de Makaortchi-Gayi (S-E Niger)



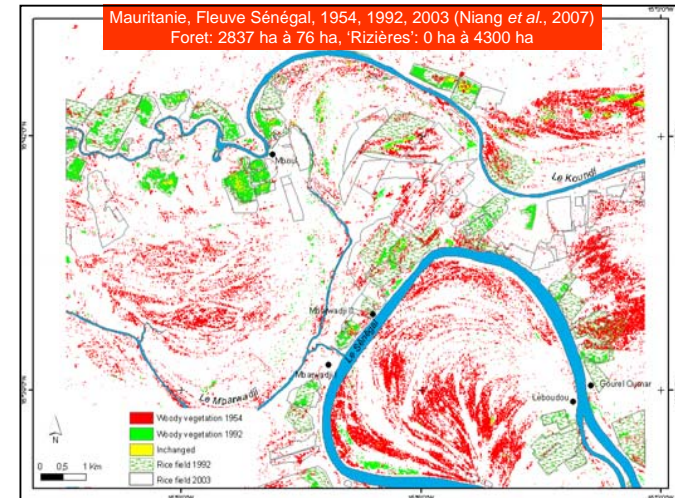
UNIVERSITE DE LIEGE

2010

49



Mauritanie, Fleuve Sénégal, mai 2003 (Niang *et al.*, 2007)



Mauritanie, Fleuve Sénégal, 1954, 1992, 2003 (Niang *et al.*, 2007)  
Forêt: 2837 ha à 76 ha, 'Rizières': 0 ha à 4300 ha

## Evolution du paysage dans deux régions du nord du Burkina Faso

Type de paysage	1955	1974	1981	1990
Savane dense continue	73%	4%	2%	0%
Steppe à couverture ligneuse discontinue	25%	86%	64%	0%
Steppe à couverture végétale discontinue	2%	10%	31%	96%
Sol totalement dénudé	0%	0%	3%	4%

Evolution du paysage du secteur de Kolèl (Nord Burkina Faso).

Type de paysage	1955	1981	1990
Savane dense continue	32%	29%	20%
Steppe à couverture ligneuse discontinue	46%	33%	33%
Steppe à couverture végétale discontinue	19%	13%	21%
Sol totalement dénudé	3%	25%	26%

Evolution du paysage du secteur d'Oursi (Nord Burkina Faso).

UNIVERSITE DE LIEGE

2010

52

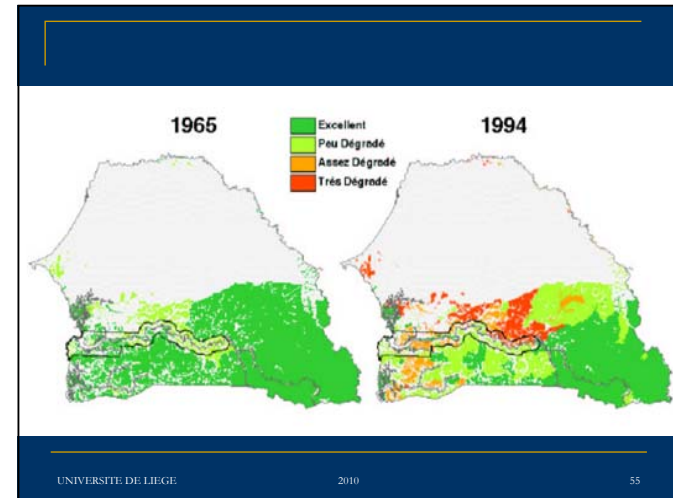


Région	Nombre de forêts classées	Superficie au classement (ha)	Superficie en 2000 (ha)	Différence (%)	Observations
Agadez	1	1050	18,4	-98	En voie de disparition, seri de zone de pâturage
Ditlo	12	81339	273	-100	9 forêts sur 12 ont disparu
Dosso	4	17236	8618	-50	Surcharge pastorale, défrichements, coupes abusives et clandestines, surpâturage, occupation illégale par l'agriculture et l'élevage, dégradation croissante, existence compromise
Tillabery*	6	61260	?	?	Fortes pressions agricoles, exploitation abusive du bois. Trois forêts dégradées, 2 très dégradées et 1 en voie de disparition
Maradi	15	24900	?	?	
Zinder	23	28533	?	> -50	Pressions diverses. Toutes les forêts dégradées à plus de 50%
Tahoua**	9	11659	4400	-62	Pressions diverses. Trois forêts ont disparu. Toutes les autres sont en voie de dégradation

\* Le Parc National du W (330 000 ha) n'est pas considéré.

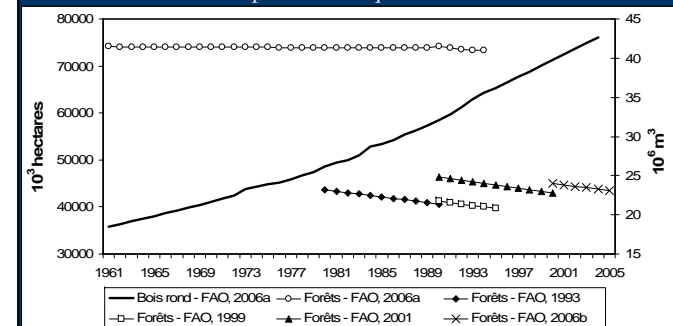
\*\* Les dernières données disponibles datent de 1975.

*Evolution de la superficie des forêts classées au Niger par région.*

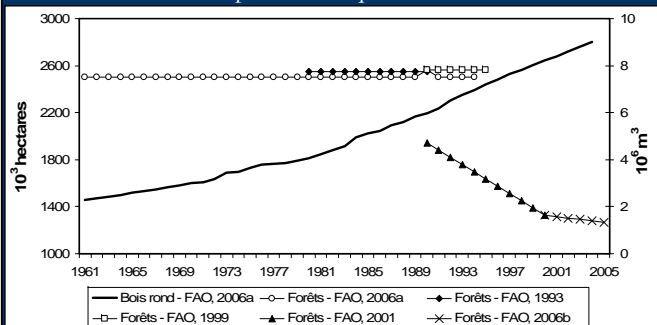


Au Sénégal, on estime que plus de 60% des mangroves et forêts alluviales ont disparu depuis 1970. De 1981 à 1990, le potentiel ligneux aurait connu une baisse de  $18 \times 10^6 \text{ m}^3$ , soit une régression de 800 000 ha. Pour compenser ces pertes, le reboisement a été retenu comme stratégie de lutte: 159 000 ha ont ainsi été replantés de 1981 à 1990. Cependant, les résultats sont mitigés lors des actions de reboisement: les taux de survie des plants varient généralement entre 12 et 30%.

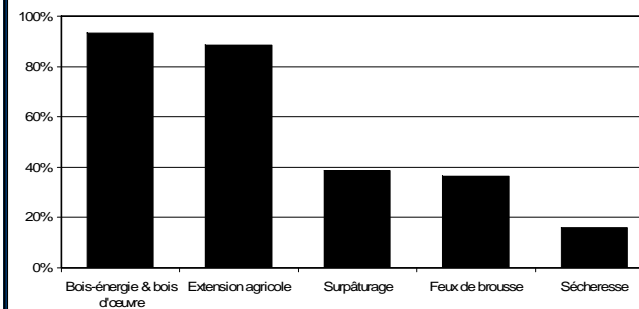
Évolution de la superficie forestière et de la production annuelle de bois rond au Sahel de 1961 à 2005, d'après statistiques FAO



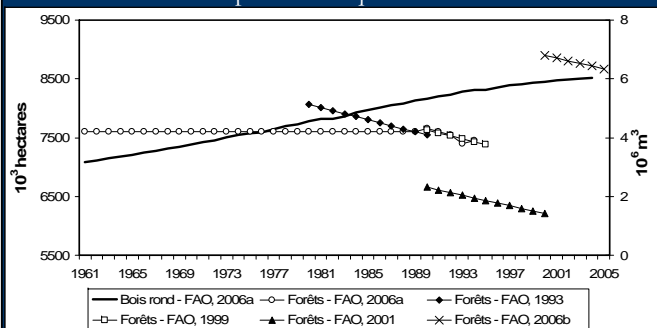
### Évolution de la superficie forestière et de la production annuelle de bois rond au Niger, de 1961 à 2005, d'après statistiques FAO

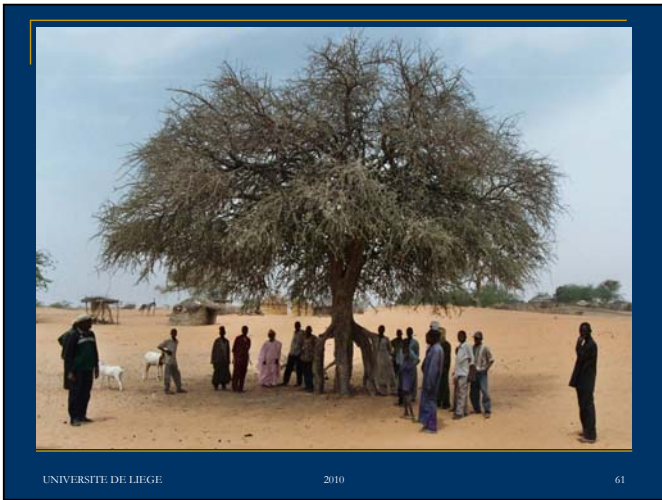


### Facteurs principaux dirigeant les diminutions des superficies forestières analysées au Sahel

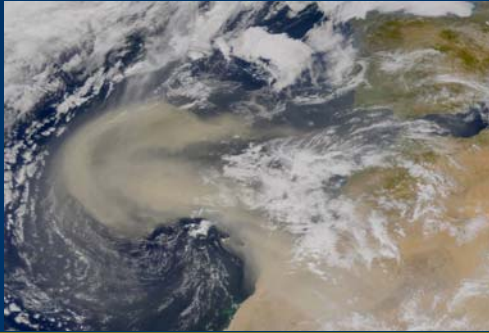


### Évolution de la superficie forestière et de la production annuelle de bois rond au Sénégal, de 1961 à 2005, d'après statistiques FAO





## Tempête de sable en Afrique de l'Ouest vue de l'espace

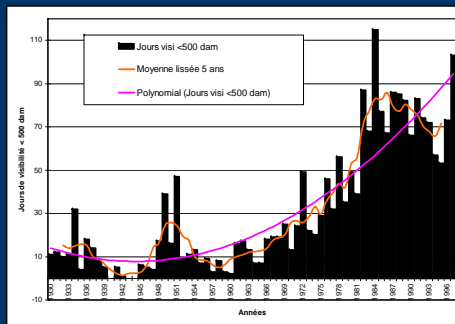


UNIVERSITE DE LIEGE

2010

65

## Evolution du nombre de jours de visibilité inférieure à 500 dam durant la saison sèche

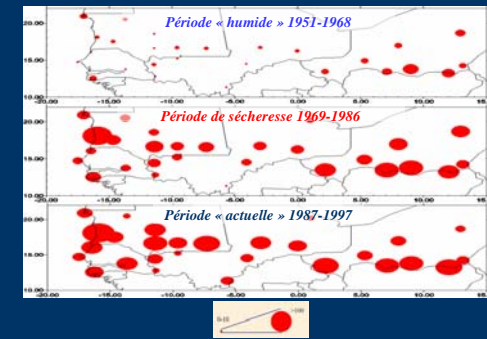


UNIVERSITE DE LIEGE

2010

66

## Répartition des lithométéores en saison sèche

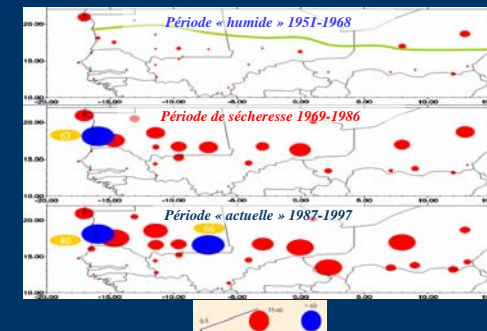


UNIVERSITE DE LIEGE

2010

67

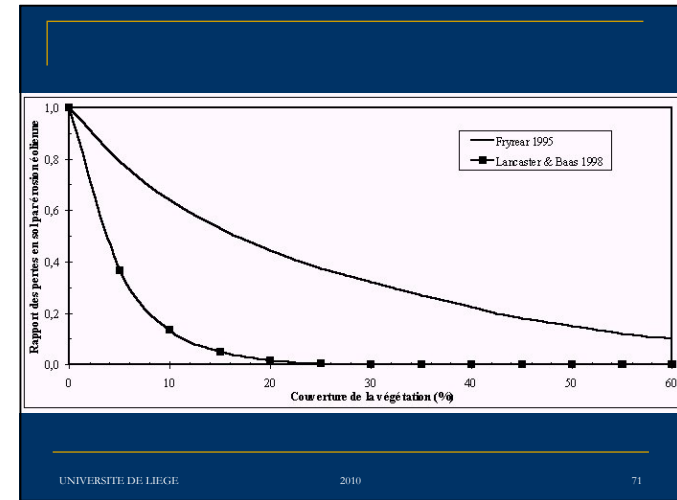
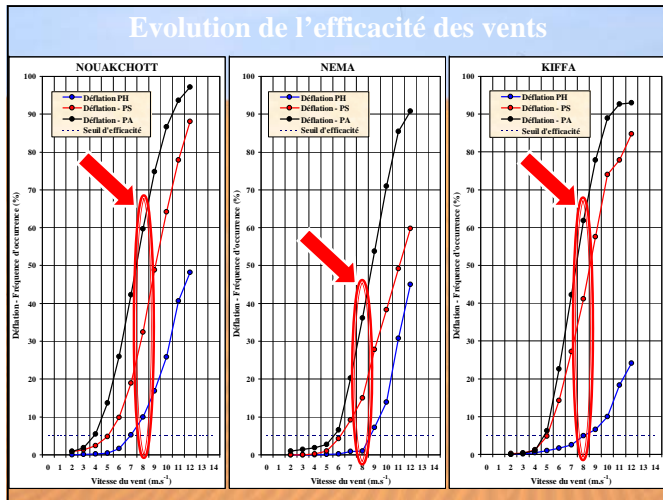
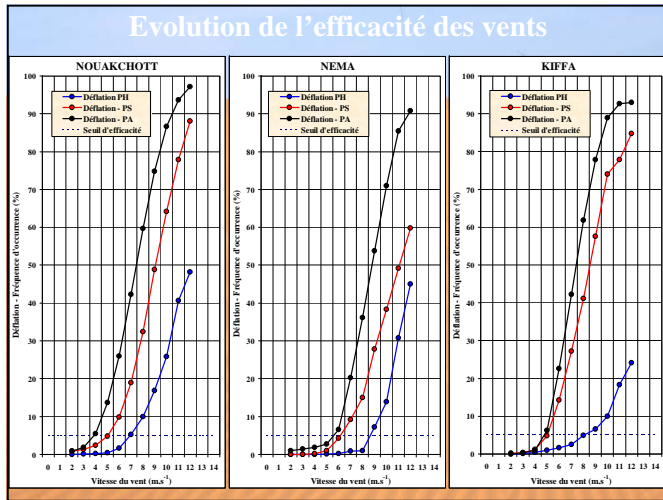
## Répartition des cas de déflation en saison sèche



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

68



### Vitesse du vent efficace minimum ( $m.s^{-1}$ )

	LEYS & ELDRIDGE 1998	LEYS 1991	GILLETTE 1988
<b>Sol sablonneux</b>			
Croûtes superficielles continues	10.6	13.4	31.8
Croûtes superficielles légèrement dégradées	8.1	-	-
Croûtes superficielles fortement dégradées	5.8	5.5	7.1-13.5
<b>Sol limoneux</b>			
Croûtes superficielles continues	17.6	18.1	42.5
Croûtes superficielles légèrement dégradées	13.8	-	-
Croûtes superficielles fortement dégradées	8.3	15.3	22.3-30.3

*Tableau IV. 26 : Vitesse du vent efficace minimum ( $m.s^{-1}$ ) à dix mètres au dessus du sol) observé sur des sols présentant une croûte superficielle continue à fortement dégradée par divers auteurs en Australie (LEYS 1991 ; LEYS & ELDRIDGE 1998) et aux Etats-Unis (GILLETTE 1988).*



Usage	Non encroûté	Faiblement encroûté	Fortement encroûté
Champ	57%	43%	0%
Jachère courte	57%	14%	29%
Jachère longue	33%	22%	45%

Tableau IV. 28 : Distribution des fréquences des classes de taux d'encroûtement selon l'usage actuel de la parcelle (Niger) (KARIMOU AMBOUTA et al., 1996).

UNIVERSITE DE LIEGE 2010 73

60 millions de sahéliens  
**respirent**  
 ces poussières

### Impact des lithométéores sur la qualité de l'air

**DONNÉES**

Valeur: visibilité horizontale  
 Fréquence: tri-horaire de 1997 à 2003  
 Limite: < 10 km  
 Cause: lithométéores «naturels»

**MÉTHODE**

Relation en visibilité (VV, km) et concentration en PM<sub>10</sub> (C, µg.m<sup>-3</sup>):  
 $C = 914,06 VV^{-0,73} + 19,03$  (r<sup>2</sup> = 0.95)  
 (D'Almeida, 1986)

**RÉSULTATS**

Estimation de la concentration moyenne quotidienne, mensuelle et annuelle en PM<sub>10</sub>  
 Comparaison aux normes en vigueur

### Impact des lithométéores sur la qualité de l'air

**NORMES**

*Environmental Protection Agency, USA*  
 Concentration moyenne annuelle de 50 µg.m<sup>-3</sup>  
*Union Européenne* (janvier 2010)  
 Concentration moyenne annuelle de 20 µg.m<sup>-3</sup>

*Environmental Protection Agency, USA*  
 Concentration quotidienne de **150 à 425 µg.m<sup>-3</sup>** : qualité de l'air malsaine à très malsaine  
*Irritation répandue des voies respiratoires de la population en bonne santé, déclenchement de certaines maladies, diminution de la tolérance en exercice physique chez les personnes en bonne santé*  
 Concentration quotidienne > 425 µg.m<sup>-3</sup> : qualité de l'air dangereuse  
*Mort prématurée chez les personnes susceptibles (maladies respiratoires et cardiaques), les personnes en bonne santé connaissent divers symptômes et maladies qui affectent leur activité normale*

*Union Européenne*  
 Concentration quotidienne de **50 µg.m<sup>-3</sup>** : dépassée 35 fois (2005) puis 7 fois (2010)

UNIVERSITE DE LIEGE 2010 76

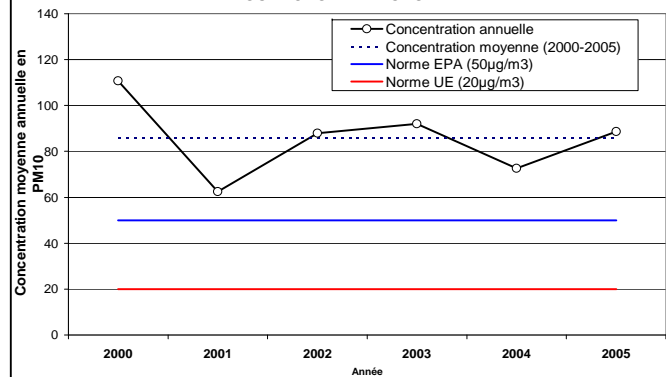
## ESTIMATIONS ANNUELLES\*

\*seules les données relatives aux lithométéores sont prises en compte

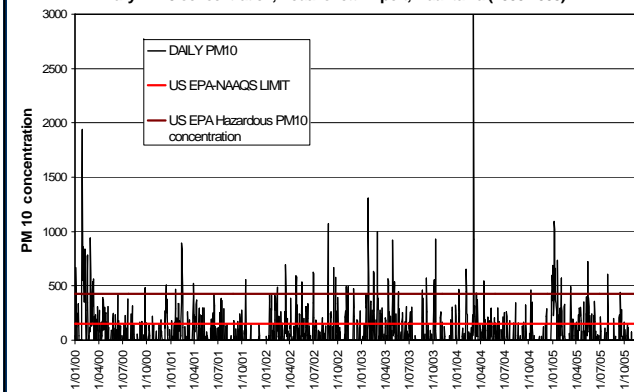
## CONCENTRATIONS QUOTIDIENNES\*

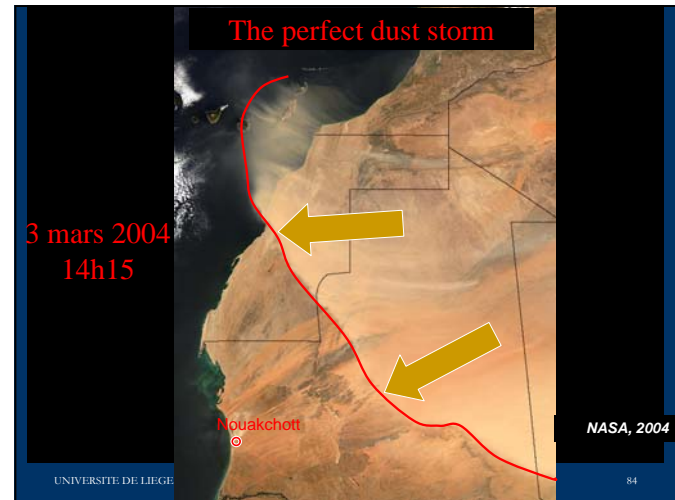
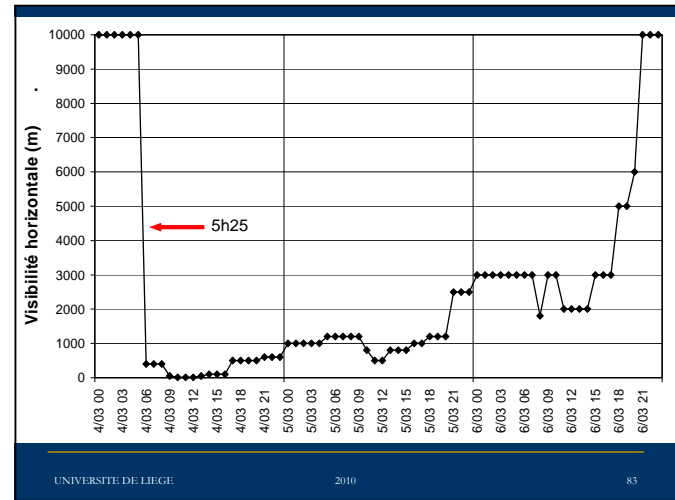
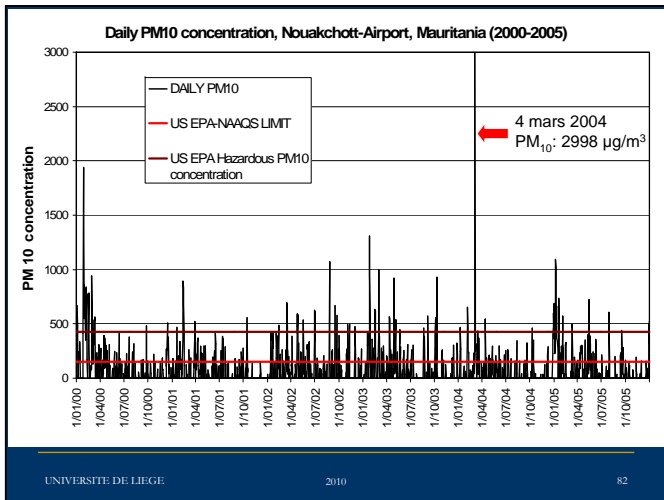
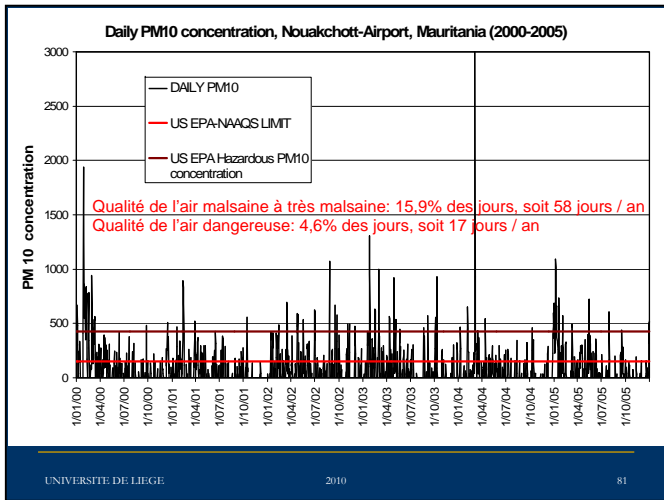
\*seules les données relatives aux lithométéores sont prises en compte

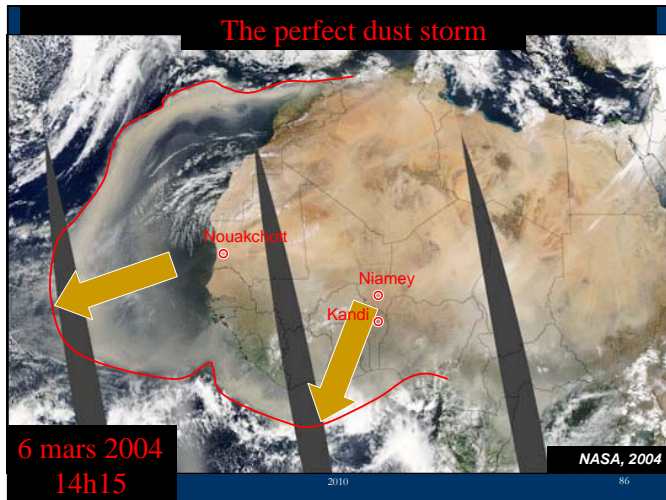
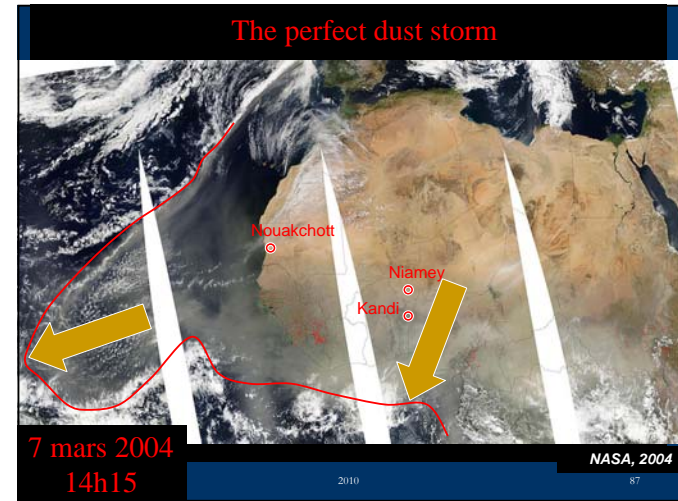
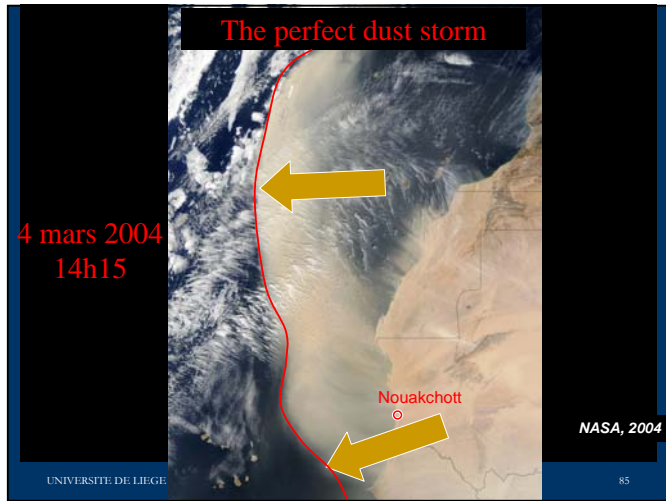
### NOUAKCHOTT AEROPORT

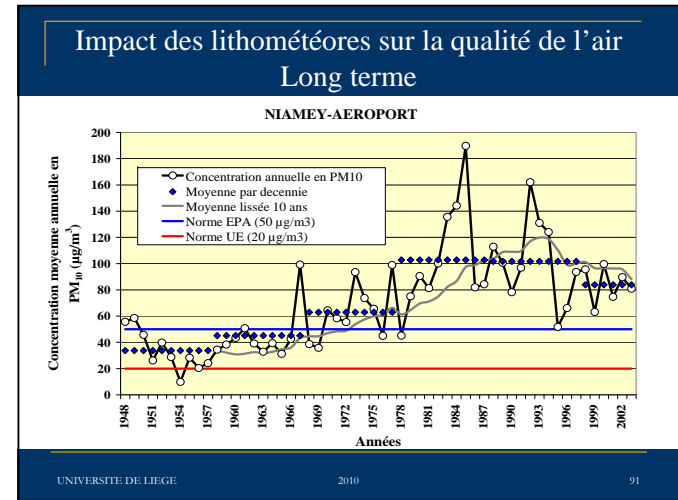


Daily PM10 concentration, Nouakchott-Airport, Mauritania (2000-2005)





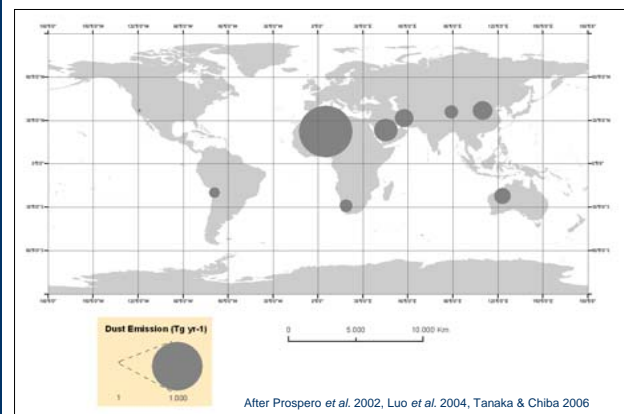




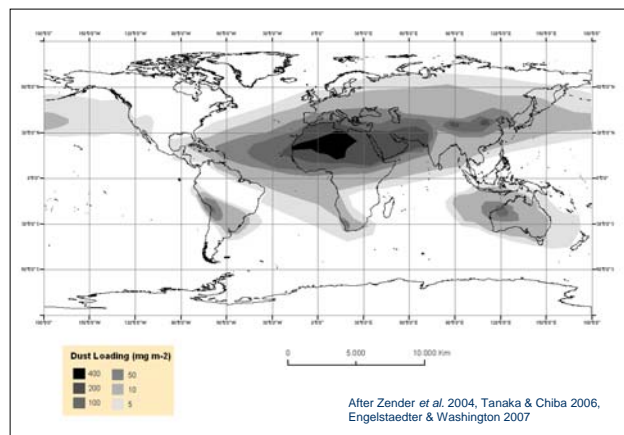
Quel est l'impact de ces poussières  
**au Sahel?**  
Personne ne le sait... encore...  
Mais...



### Locations of mineral dust sources areas and importance in terms of dust emissions



### Geographical distribution of atmospheric mineral dust loadings



### Effects of desert dust on air quality and human health: Method

A systematic review of the literature was undertaken to find relevant studies on Saharan dust impacts on air quality or human health.

The ISI web of knowledge (v4.2) database was searched using one of the terms 'PM10', 'PM2.5', 'mortality', 'morbidity', 'respiratory', 'asthma', 'cardiovascular' or 'health' **AND** one of the terms 'dust storm', 'sand storm', 'African dust', 'Saharan dust', 'Asian dust', 'Yellow dust' or 'dust events' without any limits/restrictions.

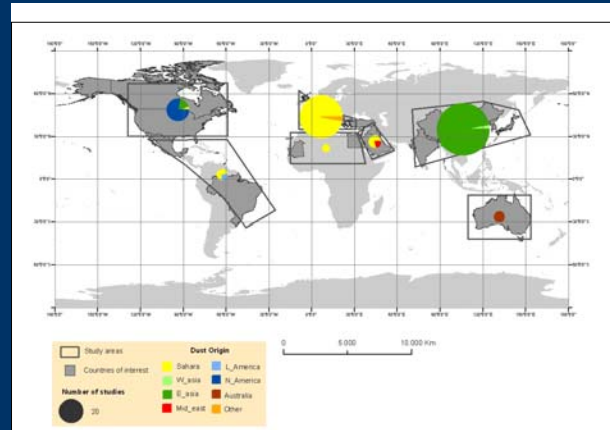
The search criterion extended from January 1999 to December 2008.

### Effects of desert dust on air quality: Results

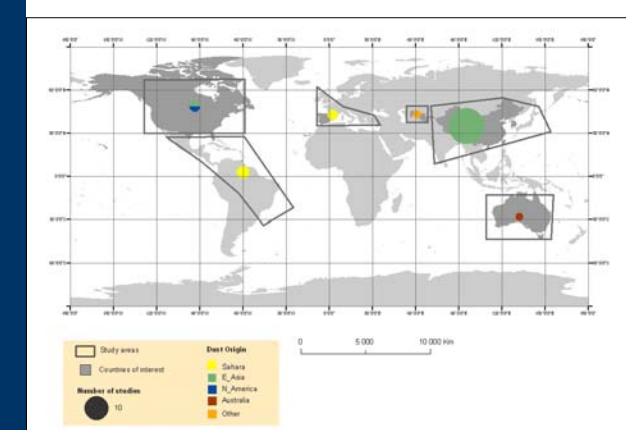
A total of **206** relevant studies on desert dust impacts on air quality were selected.

50% focused on Asia, 33.5% on Europe, 8.7% for the USA, 6.5% for the rest of the world and **1% on Africa**.

Importance of the number and distribution of the studies focused on air quality degradation due to mineral dust, according to the dust source area



Importance of the number and distribution of the studies focused on human health impacts of to mineral dust, according to the dust source area



### Effects of desert dust on human health: Results

A total of **33** relevant studies on desert dust impacts on human health were selected.

24 papers analysed Asia, 3 in the Caribbean, and 6 others in others parts of the world. **No studies were carried in Africa.**

Environmental Health 2008, 7:39 doi:10.1186/1476-069X-7-39

## Environmental Health



Research

Open Access

### A 10-year time-series analysis of respiratory and cardiovascular morbidity in Nicosia, Cyprus: the effect of short-term changes in air pollution and dust storms

Nicos Middleton<sup>\*1,2</sup>, Panayiotis Yiallourou<sup>2</sup>, Savvas Kleanthous<sup>3</sup>, Ourania Kolokotroni<sup>2</sup>, Joel Schwartz<sup>1</sup>, Douglas W Dockery<sup>1</sup>, Phil Demokritou<sup>1,2</sup> and Petros Koutrakis<sup>1</sup>

#### Results:

From January 1995 to December 2004, all-cause and cardiovascular admissions were 4.8% and 10.4% higher on Saharan dust storm days respectively.

## Coarse Particles From Saharan Dust and Daily Mortality

Laura Perez,<sup>a</sup> Aurelio Tobias,<sup>b</sup> Xavier Querol,<sup>c</sup> Nino Künzli,<sup>b</sup> Jorge Pey,<sup>c</sup> Andrés Alastuey,<sup>c</sup>  
Mar Viana,<sup>c</sup> Natalia Valero,<sup>c</sup> Manuel González-Cabré,<sup>c</sup> and Jordi Sunyer<sup>a</sup>

**Results:** From March 2003 to December 2004, windblown Saharan desert dust causes an increased daily mortality of 8.4% per  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  increase in  $\text{PM}_{10-2.5}$  in Barcelona, Spain, although the increase in the average of mass concentration of PM was very modest: 16.4 (46.3) against 14.9 (38.9)  $\mu\text{g PM}_{10-2.5}$  ( $\text{PM}_{10}$ )  $\text{m}^{-3}$  during Saharan dust days and non-Saharan dust days respectively.



### Conclusion:

#### Little is known about desert dust effects on human health in West Africa

- Are the effects of dust different near the source than in Europe for example?
- How sensitive are people living in the Sahel to large amounts of coarse mineral dust?
- Are there any differences by age groups?
- What are the health effects after the exposition to several consecutive days with high levels of dust concentrations?
- What are the most recurrent diseases in the dust concentrations regions (e.g. asthma, ARI, cardiovascular disease)?





UNIVERSITE DE LIEGE

2010

105



Paysage totalement dégradé, Est Niger, ~300-400 mm

UNIVERSITE DE LIEGE

2010

107



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

106



UNIVERSITE DE LIEGE

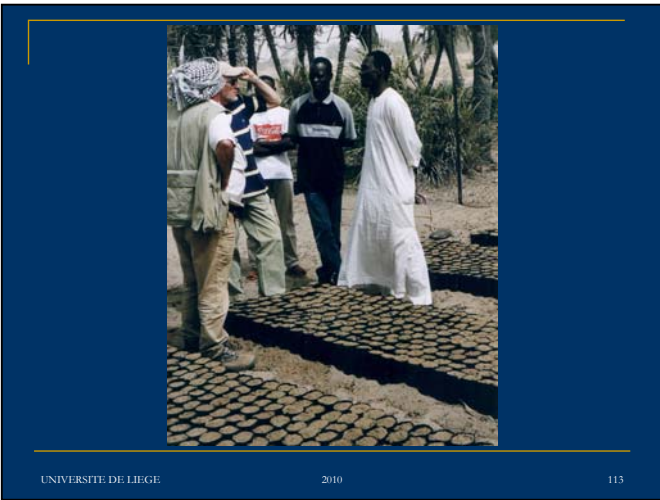
2010

108



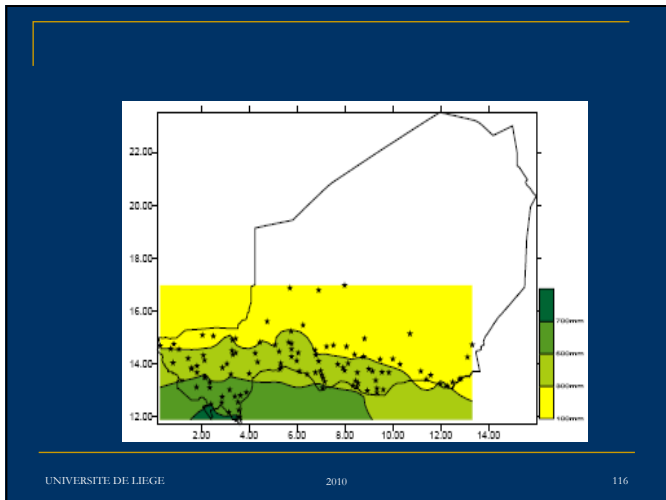
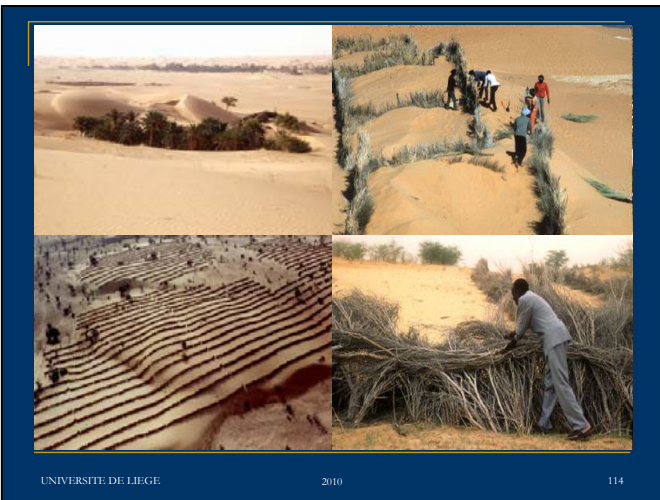


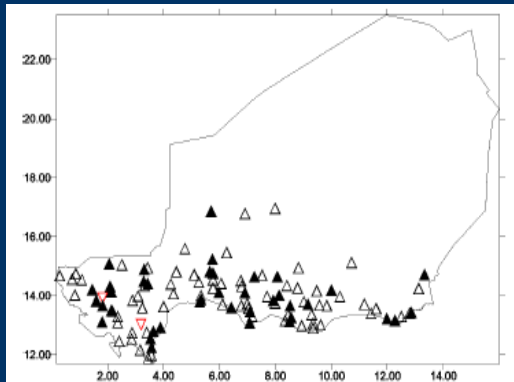




# Désertification

## Où allons-nous?

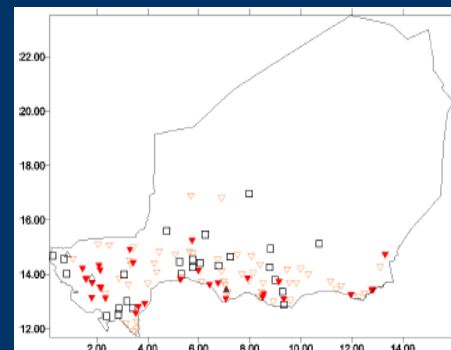




UNIVERSITE DE LIEGE

2010

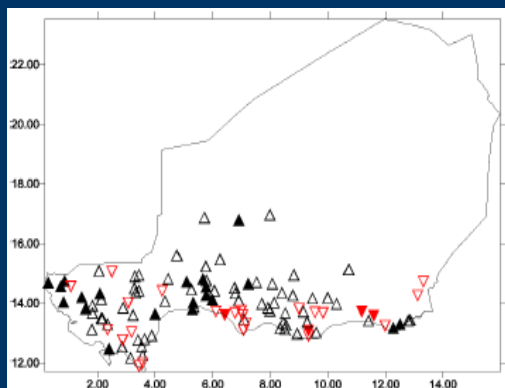
117



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

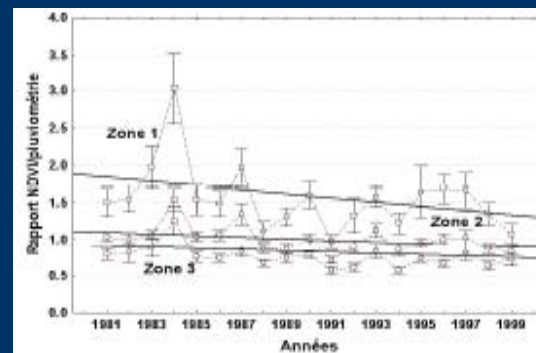
119



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

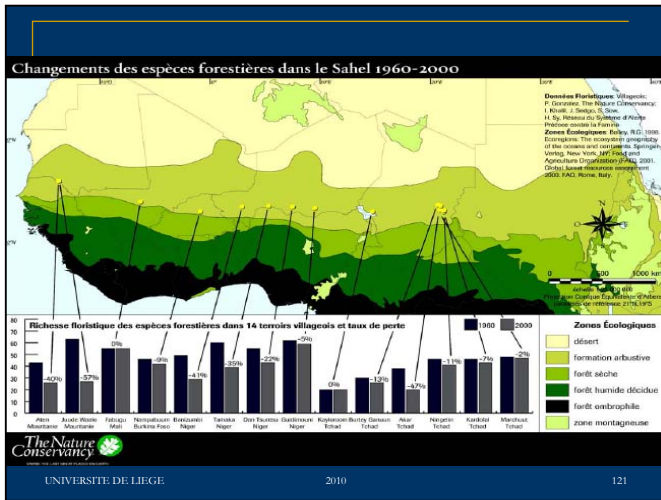
118



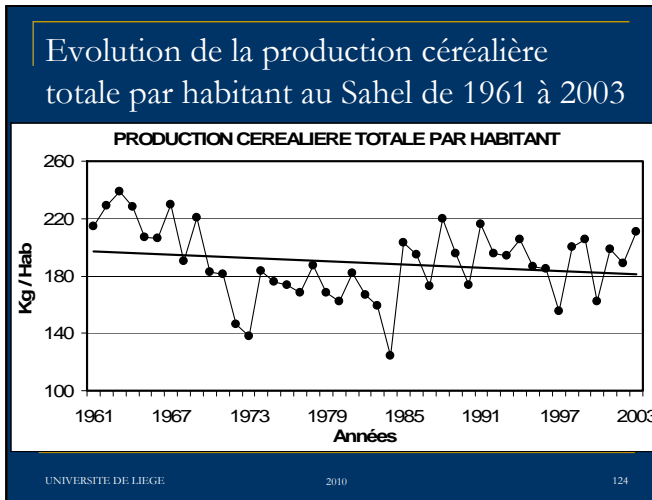
UNIVERSITE DE LIEGE

2010

120



UNIVERSITE DE LIEGE 2010 122

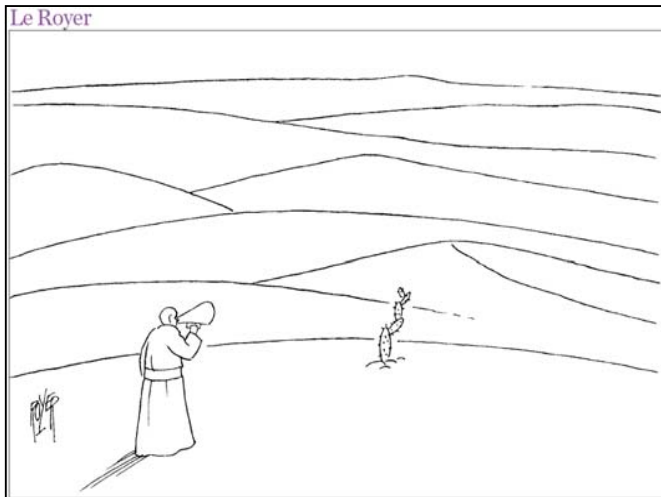


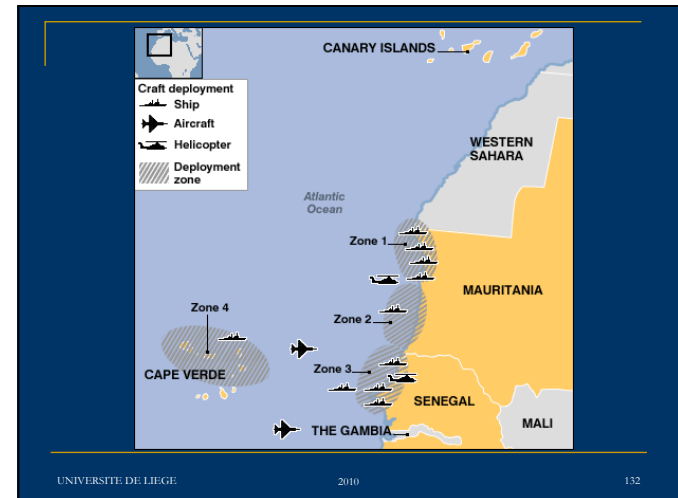
Evolution du nombre de personnes (millions) sous-alimentées au Niger. Comparaison avec l'indice d'anomalie pluviométrique (IAP) calculé pour le Niger

	1969-1971	1979-1981	1990-1992	1995-1997	2001-2003
Sous-alimentation, Niger	1,6	1,9	3,2	3,9	3,7
IAP - Niger	-0,60	-0,38	-0,34	-0,57	0,00



Le Royer









UNIVERSITE DE LIEGE

2010

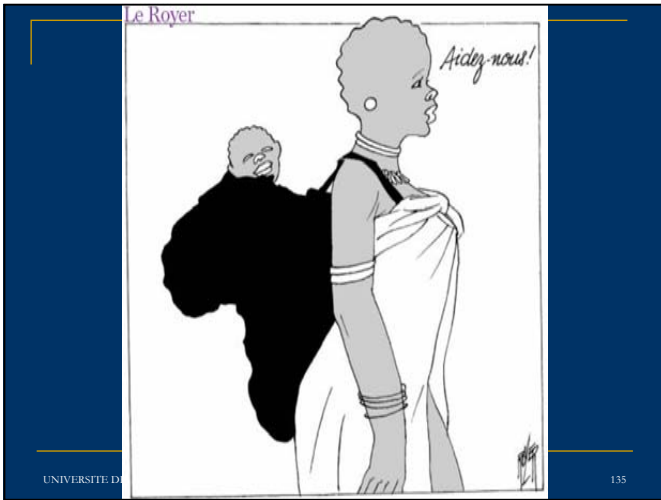
133



UNIVERSITE DE LIEGE

2010

134



UNIVERSITE DE

135