

REPUBLIQUE DU TCHAD

\*\*\*\*\*

PRESIDENCE DE LA REPUBLIQUE

\*\*\*\*\*

PRIMATURE

\*\*\*\*\*

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT PASTORAL  
ET DES PRODUCTIONS ANIMALES

\*\*\*\*\*

SECRETARIAT GENERAL

\*\*\*\*\*

DIRECTION GENERALE DU DEVELOPPMENT  
PASTORAL ET DES PRODUCTIONS ANIMALES

\*\*\*\*\*

PLATE FORME NATIONALE D'APPUI AU PASTORALISME

\*\*\*\*\*



UNITE - TRAVAIL - PROGRES

\*\*\*\*\*

## Etude prospective : systèmes d'élevage et changements climatiques au Tchad

RAPPORT FINAL

Frédéric BAZIN  
Ali Brahim BECHIR  
Djibrine Djimingar KHAMIS

Août 2013

**iram**

Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement



• **iram Paris** (siège social)

49, rue de la Glacière • 75013 Paris • France

Tél. : 33 (0)1 44 08 67 67 • Fax : 33 (0)1 43 31 66 31

[iram@iram-fr.org](mailto:iram@iram-fr.org) • [www.iram-fr.org](http://www.iram-fr.org)

• **iram Montpellier**

Parc scientifique Agropolis • Bâtiment 3

34980 Montferrier sur Lez • France

Tél. : 33 (0)4 99 23 24 67 • Fax : 33 (0)4 99 23 24 68

## Table des matières

<b>1. RESUME EXECUTIF</b>	<b>1</b>
<b>2. LES MODELES DE CHANGEMENT CLIMATIQUE</b>	<b>5</b>
2.1. Climat et changements climatiques	5
2.1.1 Les changements récents du climat	6
2.1.2 Le rôle des émissions de gaz à effet de serre dans les changements climatiques	7
2.2. Les modèles climatiques généraux et leurs incertitudes	9
2.2.1 Les modèles de circulation générale de l'atmosphère	9
2.2.2 Les incertitudes des modèles climatiques	10
2.2.3 Les modèles climatiques régionaux	12
2.3. Que nous apprennent les modèles pour les évolutions climatiques au Tchad ?	13
2.3.1 La mousson ouest-africaine et sa simulation par les modèles climatiques	13
2.3.2 Les projections climatiques	14
2.3.3 Les limites des modèles	18
2.4. Conclusion : les modèles climatiques, des outils d'aide à la décision ?	19
<b>3. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SOCIETES PASTORALES</b>	<b>20</b>
3.1. Comment le climat affecte-t-il les systèmes d'élevage ?	20
3.1.1 Les effets du changement climatique sur les animaux	21
3.1.2 Les effets du changement climatique sur les ressources pastorales	22
3.1.3 Les effets du changement climatique sur les ressources en eau	23
3.2. Le changement climatique : un facteur parmi d'autres des évolutions des systèmes d'élevage	24
3.3. Diversité des systèmes d'élevage et adaptation au changement climatique	28
3.3.1 Typologie simplifiée des systèmes d'élevage au Tchad	28
3.3.2 Capacité d'adaptation des systèmes d'élevage aux changements climatiques	32
3.4. Conclusions : vulnérabilité et adaptation des systèmes d'élevage au changement climatique	37
<b>4. LES POLITIQUES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE</b>	<b>38</b>
4.1. Planifier en situation d'incertitude	38
4.2. Stratégies d'adaptation de l'élevage au changement climatique	39
4.2.1 Réduire la vulnérabilité des systèmes d'élevage	39
4.2.2 Faciliter la prévention et la gestion des crises	40
4.3. Les mécanismes d'intervention de l'Etat	41
4.3.1 Favoriser la production et la diffusion d'informations	41

4.3.2	Réaliser des investissements publics	42
4.3.3	Renforcer le cadre légal	42
4.3.4	Adapter le fonctionnement des institutions	43
4.4.	Conclusions : quelles politiques publiques pour favoriser l'adaptation de l'élevage aux changements climatiques ?	43
<b>5.</b>	<b>ELEVAGE ET EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE</b>	<b>45</b>
5.1.	Panorama des émissions de gaz à effet de serre au Tchad et dans le monde	45
5.2.	Les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage	48
5.2.1	Les différentes sources d'émissions de GES	48
5.2.2	Les émissions de CO2 liées à la dégradation des pâturages	50
5.2.3	Les émissions de CH4 dues aux ruminants	53
5.3.	Le potentiel d'atténuation du secteur de l'élevage	53
5.4.	Conclusions : quel potentiel d'atténuation pour le secteur de l'élevage ?	54
<b>6.</b>	<b>LE FINANCEMENT CLIMATIQUE</b>	<b>55</b>
6.1.	Des financements insuffisants et une architecture complexe	56
6.2.	Les financements existants et à venir	57
6.2.1	Le financement de l'atténuation	57
6.2.2	Le financement de l'adaptation	60
6.2.3	Le fonds vert pour le climat	65
6.3.	Quels financements pour le l'élevage pastoral ?	65
6.3.1	Le financement de l'adaptation	66
6.3.2	Quel rôle pour le financement de l'atténuation ?	66
6.4.	Conclusions sur les financements pour le secteur de l'élevage	69
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>70</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>72</b>

## Tables des illustrations

Graphique 1 : évolution de la température moyenne globale entre 1860 et 2000 .....	6
Graphique 2 : évolution de la concentration atmosphérique des principaux GES au cours du dernier millénaire .....	8
Graphique 3 : Comparaison des températures de surface globales simulées et observées.....	8
Graphique 4 : évolution de la pluviométrie au Sahel (1950-2006 .....	15
Graphique 5 : prévisions de variation des précipitations annuelles moyennes en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Détail de 21 modèles climatiques, scénario A1B .....	17
Graphique 6 : évolution de la population tchadienne, 1961-2013 .....	24
Graphique 7 : évolution du nombre d'animaux (en tête) entre 1961 et 2011 .....	25
Graphique 8 : évolution de la surface récoltée en céréales (en ha) entre 1961 et 2011.....	25
Graphique 9 : estimations des émissions de GES du Tchad par secteur pour 1993, 2003 et 2025 .....	47
Graphique 10 : quantité de crédits MDP attendus pour 2012 par pays et par type de projet au 1er mai 2009.....	58
Graphique 11 : Évolution du prix du carbone de 2008 à 2012 .....	62
Figure 1 : Cascade d'incertitudes et facteurs qui influencent l'incertitude des modèles climatiques.....	12
Figure 2 : Impact de la résolution du modèle dans la prise en compte de (a) l'altitude (m) (b) la végétation dominante au sein de chaque maille.....	13
Figure 3 : évolution des températures depuis le début du siècle et prévision à l'horizon 2100, au Sahara (SAH) et en Afrique de l'Ouest (WAF).....	14
Figure 4 : prévisions de variation de température en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Moyenne de 21 modèles climatiques, scénario A1B.....	14
Figure 5 : prévisions de variation des précipitations en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Moyenne de 21 modèles climatiques, scénario A1B .....	15
Figure 6 : prévisions de variation des précipitations en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Moyenne de 21 modèles climatiques, scénario A1B .....	15
Figure 7 : prévisions de variation de la différence entre précipitations et évaporation en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Moyenne de 21 modèles climatiques, scénario A1B.....	16
Figure 7: Les émissions de GES dans le monde en 2004.....	46
Figure 8 : les taux d'émissions par personne en Afrique, en comparaison avec les émissions d'autres pays .....	46

Figure 9 : estimation du financement climatique annuel nécessaire pour une trajectoire de 2 °C par rapport aux ressources actuelles .....	56
Figure 10 : architecture des financements climatiques mondiaux.....	57
Tableau 1 : les différents systèmes d'élevage du Tchad par grande zone éco-climatique.....	32
Tableau 2 : Proportion d'émission et de séquestration des différents secteurs au Tchad .....	47
Tableau 3 : Projections des émissions et séquestration des GES à l'horizon 2003 et 2025.....	48
Tableau 4 : Emission des GES du secteur Agriculture/Elevage.....	48
Tableau 5 : Les principales sources d'émission de CO2 par l'élevage et leur importance pour les systèmes d'élevage tchadien.....	49
Tableau 6 : Les principales sources d'émission de N2O par l'élevage et leur importance pour les systèmes d'élevage tchadien.....	50
Tableau 7 : Les principales sources d'émission de CH4 par l'élevage et leur importance pour les systèmes d'élevage tchadien.....	50
Tableau 8 : fonds finançant exclusivement des projets Redd+ .....	60
Tableau 9 : fonds principalement destinés à l'adaptation, en millions de dollars .....	62
Tableau 10 : Synthèse des caractéristiques des différents fonds pour l'adaptation .....	64
Tableau 11 : Projets approuvés dans le domaine du changement climatique au Tchad.....	66

## 1. Résumé exécutif

Le Colloque de N'Djamena sur le pastoralisme, qui s'est tenu en mars 2011, a concrétisé un rapprochement entre les décideurs des différents ministères et les professionnels intéressés par le pastoralisme au Tchad. Pour poursuivre ce travail, a été créée une plateforme d'échange et de rencontres, regroupant des directions techniques ministérielles du développement rural, des partenaires techniques et financiers (UE, AFD, Coopération Suisse, PNUD, FAO, etc.) et des représentants des organisations d'éleveurs ou d'associations socio professionnelles.

Le Colloque National sur le Pastoralisme au Tchad a défini trois études prospectives prioritaires pour alimenter la réflexion de la plateforme: 1) l'élaboration d'une stratégie nationale d'aménagement pastoral ; 2) la conception d'un montage permettant la pérennisation de l'entretien des ouvrages d'hydraulique pastorale au niveau national et régional ; et 3) la conception d'un mécanisme innovant de financement et de renforcement de l'adaptation des pasteurs au changement climatique. C'est cette dernière étude qui est résumée dans ce document. Elle a été présentée à la plateforme à N'Djamena le 2 mai 2013.

### Les modèles de changement climatique

Les modèles climatiques, basés sur les modèles de circulation générale de l'atmosphère utilisés pour les prévisions météorologiques, permettent de décrire des scénarios d'évolution du climat, aux horizons 2050 et 2100, en fonction des niveaux d'émission de gaz à effet de serre. Ils permettent de tirer un certain nombre de conclusions importantes : (i) les températures vont augmenter fortement au cours des décennies à venir, surtout dans les zones tropicales sèches ; (ii) les événements extrêmes, tels que les sécheresses ou les inondations, seront plus fréquents qu'aujourd'hui.

Toutefois, ces modèles ne donnent pas encore d'indications claires sur les évolutions climatiques à l'échelle du Tchad et encore moins à des échelles régionales ou locales, alors que c'est à ces échelles que les informations seraient importantes pour orienter la planification des systèmes productifs. En particulier, les prévisions concernant l'évolution des précipitations sont contradictoires, certains modèles projetant une aridification du climat alors que d'autres prévoient une augmentation des précipitations. De plus, les modèles climatiques ont beaucoup de mal à fournir un signal climatique clair à un horizon de 10 ou 20 ans, alors qu'il s'agit là d'un pas de temps maximal pour la plupart des planifications.

### Impacts du changement climatique sur les sociétés pastorales

L'analyse des impacts du changement climatique sur les sociétés pastorales doit tenir compte des éléments suivants :

1. Les défis auxquels les sociétés pastorales et agricoles devront faire face doivent être remis dans le contexte des évolutions en cours qui modèlent les dynamiques des systèmes productifs, en particulier les changements démographiques, l'augmentation du cheptel et des espaces cultivés, la transformation des systèmes de culture et d'élevage, la diminution des complémentarités entre agriculteurs et éleveurs, les conflits croissants pour l'accès aux ressources naturelles... Les changements climatiques vont influencer sur ces dynamiques en modifiant, par exemple, les risques d'épizooties ou d'aléas climatiques extrêmes et les enjeux d'accès à l'eau, de conservation des pâturages, etc.
2. Les défis du changement climatique ne se posent pas de la même façon dans les différentes zones climatiques et pour les différents systèmes d'élevage. Ainsi, la zone soudanienne sera sans doute moins affectée par les augmentations de températures que la zone sahélienne, mais

la résilience des savanes sèches est a priori plus importante... De plus, la gestion durable des écosystèmes sahéliens passe par des charges animales limitées qui favorisent une gestion extensive, alors que les savanes soudanaises permettent une intensification. Les systèmes mobiles apparaissent comme particulièrement adaptés aux variations du climat et de la production de biomasse qui caractérise la zone sahélienne. Les systèmes sédentaires sont non seulement moins productifs en zone sahélienne, mais aussi beaucoup plus vulnérables aux aléas climatiques. Par contre, ils peuvent se révéler très efficaces et résilients en zone soudanienne, surtout lorsque l'agriculture et l'élevage sont intégrés (agro-pasteurs ou agro-éleveurs).

3. Les systèmes d'élevage, surtout en zone sahélienne, possèdent une forte résilience aux aléas climatiques, qui sont déjà une caractéristique du climat actuel de la zone. Les principaux facteurs de résilience de ces systèmes sont :
  - La mobilité des troupeaux ;
  - La diversification des activités (élevage de plusieurs espèces d'animaux, association agriculture-élevage, vente de services de transports de récoltes, etc.)
  - La diversité génétique des différents animaux ;
  - Les réseaux d'information, permettant de connaître les zones où sévissent des maladies, ou celles où les ressources en eau et pâturages sont importantes ;
  - La bonne connaissance du milieu ;
  - L'existence d'accords sociaux entre les différents groupes d'éleveurs et d'agriculteurs des zones de transhumance.

### Les politiques d'adaptation au changement climatique

Les capacités d'adaptation spontanée des écosystèmes et des sociétés sont importantes, mais pas suffisantes pour répondre à l'ampleur du défi du changement climatique. Il est donc nécessaire et légitime que les pouvoirs publics interviennent au travers de politiques et des projets visant à favoriser l'adaptation au changement climatique.

La planification du développement et de l'adaptation ne peut attendre que les modèles climatiques fournissent des informations précises : elle doit donc impérativement prendre en compte l'incertitude des modèles climatiques afin d'éviter que les actions mises en œuvre ne renforcent les vulnérabilités qu'elles sont censées réduire.

Les politiques d'adaptation au changement climatique doivent :

1. réduire la vulnérabilité des systèmes d'élevage, en renforçant leurs mécanismes intrinsèques de résilience, tels que la mobilité ou les instances de concertations et de gestion des conflits. Cela demande des investissements (hydraulique pastorale, marquage de tronçons des axes de transhumance) mais aussi un cadre légal adapté, qui sécurise les différents utilisateurs des ressources naturelles et facilite les concertations.
2. faciliter la prévention et la gestion des crises liées aux chocs climatiques, qui risquent de devenir de plus en plus fréquents. Cela passe par : (i) la production d'informations pertinentes pour que les acteurs de la filière puissent adapter leurs stratégies ; (ii) la diffusion de ces informations dans des canaux efficaces contrôlés par les acteurs de la filière ; (iii) l'intervention sur les marchés pendant les crises, afin d'en limiter les impacts ; (iv) l'appui post crise à la reconstruction des économies pastorales.

Pour produire ces politiques, il est important que les pouvoirs publics favorisent les révisions des politiques sectorielles, afin que celles-ci prennent en compte l'adaptation au changement climatique.



Les acteurs de la filière élevage doivent être fortement associés à la définition, puis à la mise en œuvre de ces politiques. Il faut également inclure des mécanismes de concertation interministériels afin d'éviter des initiatives contradictoires – par exemple des stratégies d'adaptation des agriculteurs qui fragilisent les éleveurs, ou vice-versa. Enfin, ces politiques doivent être traduites en priorité dans le Plan National d'Adaptation aux changements climatiques.

### Élevage et émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines, en particulier à l'utilisation croissante des combustibles fossiles, sont la cause principale des changements climatiques au niveau mondial. Au Tchad, l'élevage est, avec l'agriculture, une des principales sources d'émissions de gaz à effet de serre. Les ruminants émettent du méthane lors de la digestion des fourrages et les phénomènes de surpâturage, qui diminuent le carbone stocké dans la biomasse et les sols, peuvent être des sources importantes d'émission de CO<sub>2</sub>. Toutefois, l'importance des émissions de carbone dues au surpâturage sont difficiles à quantifier : d'un côté, la biomasse des écosystèmes sahéliens est très dépendante des conditions climatiques, ce qui masque les effets à long terme des animaux sur l'environnement ; d'autre part, il est souvent difficile de distinguer les changements d'affectation des terres ou les dégradations dues à l'élevage de celles dues à l'agriculture.

C'est toutefois le stockage du carbone dans la biomasse et les sols qui présente le plus fort potentiel d'atténuation. En effet, le potentiel de réduction des émissions de méthane paraît limité pour des systèmes d'élevage basés quasi exclusivement sur l'exploitation des importantes ressources en pâturages du pays. En contrepartie, le faible taux de fixation du carbone à l'hectare dans les savanes sèches tropicales est compensé par l'importance des surfaces concernées.

La séquestration de carbone dans les savanes dépend d'une bonne adéquation entre la charge animale et les ressources naturelles. Les recherches montrent que ce sont surtout les pressions fortes et continues des animaux sur les ressources fourragères qui provoquent les phénomènes de surpâturage. Pour favoriser la gestion durable de ces savanes et le stockage du carbone, il faut donc éviter la sédentarisation des éleveurs et favoriser au contraire la mobilité des troupeaux.

### Les financements climatiques

Les financements pour le climat visent à favoriser la réduction des émissions de gaz à effet de serre (atténuation du changement climatique) et à réduire la vulnérabilité des sociétés et des écosystèmes face au changement climatique (adaptation).

Le Tchad n'a pas d'obligation internationale d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Les financements pour l'atténuation peuvent permettre de financer des projets diminuant les émissions de GES du pays tout en ayant des co-bénéfices en matière de développement et d'adaptation au changement climatique. Toutefois, les modalités actuelles de financement de l'atténuation ne sont pas adaptées au secteur de l'élevage au Tchad. Cela pourrait néanmoins évoluer si des mécanismes de financement des intentions de réduction des émissions de gaz à effet de serre (NAMA) sont mis en place.

L'élevage doit donc cibler avant tout les financements pour l'adaptation. Les projets doivent être cohérents avec le programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques (PANA). Il apparaît donc important de réviser le PANA afin que les priorités de financement du secteur de l'élevage y soient bien incluses. Ces priorités doivent aller aux projets qui sont : (i) « robustes » et « sans regret », c'est-à-dire qu'ils apporteront des bénéfices quelles que soient les évolutions du climat ; (ii) qui favorisent à la fois l'adaptation au changement climatique et la diminution des émissions de GES. C'est le cas, par exemple, des projets qui favorisent la mobilité pastorale.

## Recommandations

L'adaptation aux changements climatiques est un enjeu crucial des décennies à venir, qui ne peut dépendre des seules capacités des populations. Cela doit être une priorité des politiques publiques, notamment pour l'agriculture et l'élevage, qui constituent la base de l'économie nationale.

- Une des principales priorités est de comprendre les mécanismes de résilience des différents systèmes d'élevage, afin de définir des politiques différenciées visant à renforcer ces mécanismes et à pallier à leurs faiblesses. Ainsi, les systèmes d'élevage transhumants sont bien adaptés aux aléas climatiques « normaux », à condition que la mobilité soit assurée, mais peuvent être déstructurés par des aléas exceptionnels plus fréquents, comme par exemple des sécheresses répétées.
- Les politiques publiques sectorielles doivent favoriser les systèmes d'élevage les plus résilients. En zone sahélienne, cela signifie clairement donner la priorité à la mobilité de l'élevage et limiter, autant que faire se peut, les dynamiques de sédentarisation. Cela signifie aussi sécuriser la mobilité au travers d'investissements – en hydraulique pastorale, en marquage des chemins de transhumance – mais aussi par l'adoption d'un cadre légal qui garantisse les droits des différents utilisateurs des ressources naturelles et du foncier et qui favorise les concertations aux différentes échelles territoriales.
- Elles doivent aussi intervenir dans la prévention et la gestion des crises. Les systèmes d'information et d'alerte précoces peuvent fournir aux éleveurs des informations importantes afin de les aider à prendre rapidement des décisions stratégiques en cas de crise. Toutefois, pour qu'ils soient vraiment fonctionnels, il faudra veiller à définir avec les organisations d'éleveurs les informations pertinentes et utiles ainsi que les canaux et les modalités de diffusion de ces informations qui, jusqu'à présent, n'ont guère été utilisées que par les institutions publiques. La structuration en cours des éleveurs et pasteurs en organisations régionales et nationale peut apporter une contribution aux mécanismes d'anticipation, de prévention et de vérification d'attribution d'aides à l'élevage (stocks d'aliments en prévision de crises, stocks d'urgence, prévention sanitaires de risques épizootiques liés au climat, etc.).
- Enfin, les politiques de l'adaptation ne peuvent être conçues exclusivement au sein des ministères concernés. Elles doivent faire l'objet de concertations à la fois avec les organisations de producteurs et avec les autres secteurs concernés, comme par exemple l'agriculture et l'environnement. En effet, une mesure favorable à l'adaptation des systèmes agricoles – par exemple la promotion des cultures de décrue ou des cultures irriguées en bordure des points d'eau – peut limiter les capacités d'adaptation des éleveurs – en limitant leur accès aux ressources fourragères et hydriques indispensables à leur mobilité. Les résultats de ces négociations intersectorielles devraient former la base du programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques (PANA).
- Les financements internationaux pour l'adaptation se mettent en place progressivement, mais le Tchad n'en a pratiquement pas bénéficié. Pour pouvoir accéder aux fonds disponibles, il est important qu'un processus de concertation avec les bailleurs et les institutions multilatérales – par lesquelles passent l'essentiel de ces financements – soit mis en place. Il sera aussi nécessaire de renforcer les capacités des institutions tchadiennes à définir des priorités en matière d'adaptation. La prochaine révision du PANA est, de ce point de vue, une opportunité à ne pas manquer pour affirmer les priorités du secteur de l'élevage en matière d'adaptation et favoriser les mises en cohérence intersectorielles.

## 2. Les modèles de changement climatique

### Résumé de ce chapitre :

La réalité du changement climatique et de son origine anthropique – les émissions de gaz à effet de serre, causés essentiellement par l'utilisation croissante des combustibles fossiles – n'est plus remise en cause aujourd'hui, et les effets s'en font déjà sentir dans de nombreuses régions. Les climatologues ont mis au point des modèles climatiques, basés sur les modèles de circulation générale de l'atmosphère utilisés pour les prévisions météorologiques, qui doivent permettre de décrire les évolutions du climat aux horizons 2050 et 2100 en fonction des niveaux d'émission de gaz à effet de serre.

Ces modèles permettent de tirer un certain nombre de conclusions importantes : (i) les températures vont augmenter fortement au cours des décennies à venir ; (ii) les événements extrêmes, tels que les sécheresses ou les inondations, seront plus fréquents. Toutefois, ils ne donnent pas encore d'indications claires sur les évolutions climatiques à l'échelle du Tchad : les prévisions concernant l'évolution des précipitations sont contradictoires et les modèles climatiques régionaux demandent à être perfectionnés.

La planification du développement et de l'adaptation ne peut attendre que les modèles climatiques fournissent des informations précises : elle doit donc impérativement prendre en compte l'incertitude des modèles climatiques afin d'éviter que les actions mises en œuvre ne renforcent les vulnérabilités qu'elles sont censées réduire.

### 2.1. Climat et changements climatiques

Le climat peut être défini comme la moyenne des conditions atmosphériques dans un endroit donné (température, précipitation et pression atmosphérique) calculée d'après les observations d'au moins 30 ans. Il est caractérisé par des valeurs moyennes, mais également par des variations et des extrêmes. Les changements saisonniers comme le passage de l'hiver au printemps, à l'été et à l'automne dans les zones tempérées et de la saison des pluies à la saison sèche dans les régions tropicales font aussi partie des caractéristiques du climat. Le climat est donc constitué par un ensemble de variables suffisamment stables dans le temps pour que l'on puisse à la fois caractériser différents types de climats sur la planète et comparer les événements observés par rapport à la normale climatologique.

#### **Encadré 1 : Le temps et le climat**

*Le temps est la condition atmosphérique dominante dans une zone à un moment déterminé, se traduisant par la chaleur ou le froid, un ciel clair ou nuageux, la sécheresse ou l'humidité, le vent ou le calme. Les prévisions météorologiques servent à prévoir le temps qu'il fera dans les prochains jours.*

*Le climat, selon la définition de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) est la "synthèse des conditions météorologiques dans une région donnée, caractérisée par les statistiques à long terme des variables de l'état de l'atmosphère". Les modèles climatiques servent à caractériser les évolutions possibles du climat à l'échelle de plusieurs décennies.*

Aux échelles géologiques, si le climat de la Terre a été suffisamment stable pour entretenir la vie pendant des millions d'années, il a également été sujet à des changements importants, notamment de températures, comme le prouvent les fossiles, l'analyse du diamètre des cernes des arbres, les

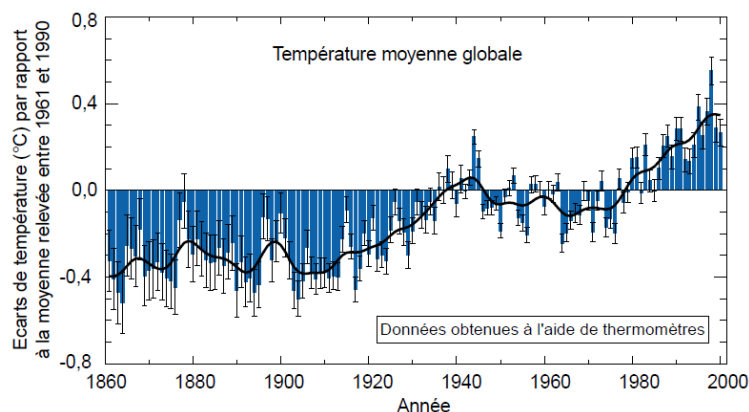
taux de croissance des organismes marins, etc. Les variations de température de la Terre et les changements associés dans le climat ont des causes complexes <sup>1</sup>:

- Facteurs astronomiques : changements dans l'activité solaire, variations dans l'excentricité de l'orbite de la terre autour du soleil, changements dans l'inclinaison de l'axe de la terre et collisions avec des astéroïdes ou des comètes.
- Facteurs géologiques : dérive des continents, changements dans la topographie des fonds océaniques, éruptions volcaniques, formation de montagnes, érosion et altération des roches.
- Facteurs océaniques : effet du phénomène El Niño, changements dans la circulation océanique, variations du niveau de la mer, formation de glace.
- Facteurs intervenant à la surface de la Terre : l'effet de la végétation sur l'albédo de la surface (la blancheur ou le degré de réflexion de la lumière incidente provenant d'un objet) et l'évapotranspiration, les effets des plans d'eau et de la poussière.
- Facteurs atmosphériques : le rôle des gaz à effet de serre, du dioxyde de soufre et des polluants atmosphériques, les effets de la couche nuageuse et les interactions entre l'air, la terre et la mer.

### 2.1.1 Les changements récents du climat

Au XX<sup>ème</sup> siècle, la température moyenne globale à la surface du globe (la moyenne de la température de l'air près de la surface du sol et de la température à la surface de la mer) a augmenté de 0,74 [0,56-0,92] °C<sup>2</sup>. Des analyses de données indirectes pour l'hémisphère Nord montrent qu'il est probable que le réchauffement observé au XXI<sup>e</sup> siècle ait été le plus important des 1000 dernières années. Onze des douze années entre 1995 et 2006 figurent parmi les douze années les plus chaudes depuis 1850, date à laquelle ont débuté les relevés instrumentaux de la température à la surface du globe. Il est très probable que les journées froides, les nuits froides et le gel ont été moins fréquents sur la plus grande partie des terres émergées depuis cinquante ans et que le nombre de journées chaudes et de nuits chaudes a au contraire augmenté.

**Graphique 1 : évolution de la température moyenne globale entre 1860 et 2000**



Source : Giec, Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques.

<sup>1</sup> FAO : Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier: Aspects généraux. Etude FAO Forêts 126, 1997. <http://www.fao.org/docrep/v5240f/v5240f00.htm>

<sup>2</sup> Giec, Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse. Les chiffres placés entre crochets correspondent à un intervalle d'incertitude à 90 % de part et d'autre de la valeur la plus probable, c'est-à-dire qu'il y a une probabilité estimée de 5 % que la valeur recherchée soit au-delà de cet intervalle et une probabilité de 5 % qu'elle soit en-deçà.

Entre 1900 et 2005, les précipitations ont fortement augmenté dans l'est de l'Amérique du Nord et du Sud, dans le nord de l'Europe et dans le nord et le centre de l'Asie, tandis qu'elles diminuaient au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans une partie de l'Asie du Sud.

De plus, la fréquence phénomènes extrêmes, comme des vagues de chaleur et des fortes précipitations s'est probablement accrue dans la plupart des régions.

#### **Encadré 2 : Les changements climatiques**

*Les changements climatiques sont des variations de l'état des climats, que l'on peut mettre en évidence par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persistent pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus naturels, internes ou externes, ou à des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres.*

#### **2.1.2 Le rôle des émissions de gaz à effet de serre dans les changements climatiques**

La température moyenne de la Terre est actuellement de 15°C. Ceci est dû en grande partie aux effets des gaz radiatifs ou "à effet de serre" présents dans l'atmosphère, dont les principaux sont : la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) ; le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ; le méthane (CH<sub>4</sub>) ; le protoxyde d'azote ou oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) et l'ozone (O<sub>3</sub>). Sans ces gaz, la température moyenne de la Terre serait de -18°C et la vie, telle que nous la connaissons, ne serait pas possible.

#### **Encadré 3 : L'effet de serre**

*L'effet de serre est la rétention de chaleur dans la couche inférieure de l'atmosphère due à l'absorption et à la réémission par les nuages et certains gaz.*

*La plus grande partie du rayonnement que la Terre reçoit du soleil traverse l'atmosphère et réchauffe la surface de la Terre. La surface, à son tour, renvoie dans l'atmosphère la chaleur sous forme de rayonnement thermique de grande longueur d'onde. Celui-ci est absorbé et renvoyé par les gaz à effet de serre dans toutes les directions. Une partie du rayonnement est dirigée vers la surface de la Terre, ce qui contribue à la réchauffer.*



Source : Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-essentiel.html>

Au cours des 1000 dernières années, les concentrations atmosphériques en GES ont considérablement augmenté. C'est ce que montrent les analyses des concentrations de gaz carbonique, de méthane et d'oxyde nitreux d'échantillons atmosphériques prélevés au cours des décennies passées, complétés par les analyses de carottes de glace obtenues sur plusieurs sites de l'Antarctique et du Groenland (Cf. Graphique ci-dessous).

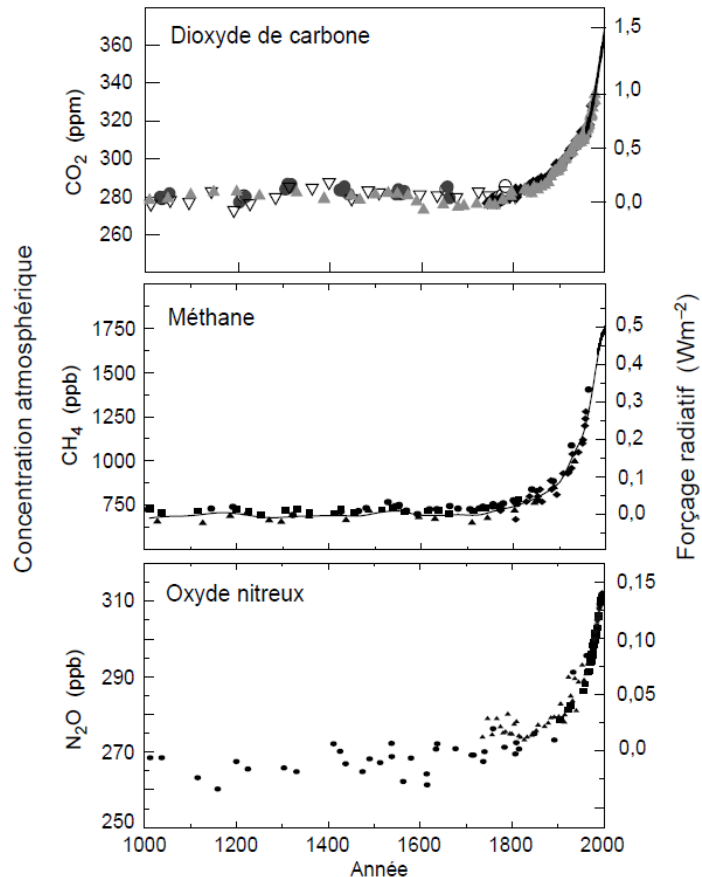
Les émissions mondiales de GES ont considérablement augmenté depuis l'époque préindustrielle. La concentration atmosphérique de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) a augmenté de 31 pour cent depuis 1750. La concentration actuelle de CO<sub>2</sub> n'avait encore jamais été atteinte au cours des 420 000 dernières années et probablement pas non plus au cours des 20 millions d'années précédentes.

La hausse des émissions de GES s'est accentuée au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, et particulièrement après 1950. Selon le Giec, la hausse a été de 70% entre 1970 et 2004 pour l'ensemble des GES. Les rejets annuels de dioxyde de carbone – le plus important gaz à effet de serre anthropique – ont progressé de 80 % environ entre 1970 et 2004.

La cause première de la hausse de la concentration des GES est l'utilisation de combustibles fossiles, qui répondrait pour les trois quarts des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère au cours des 20 dernières années et pour une part importante du méthane émis. Le reste est imputable, pour l'essentiel, à l'agriculture, en particulier aux modifications de l'utilisation des sols (CO<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub>) et à l'utilisation des engrais (N<sub>2</sub>O).

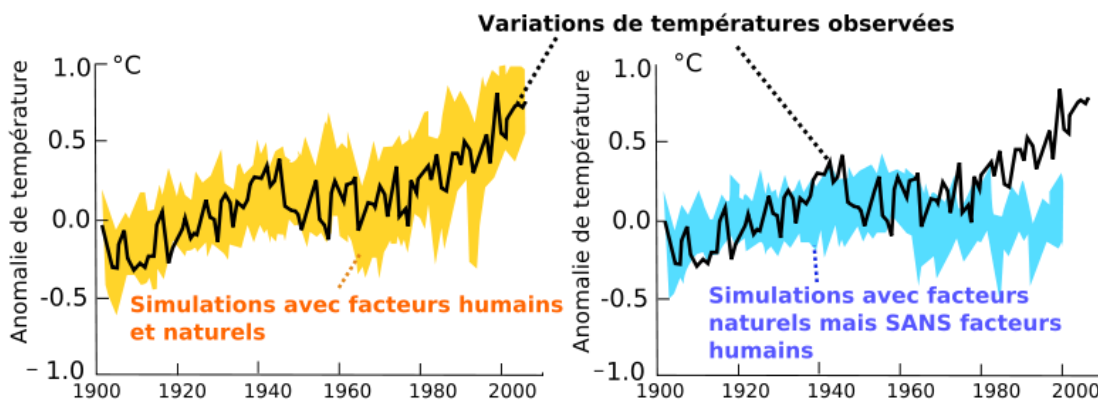
Selon le Giec, l'essentiel de l'élévation de la température moyenne du globe observée depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle est *très probablement* attribuable à la hausse des concentrations de GES anthropiques. Les modèles actuels permettent de montrer que le réchauffement observé ces 100 dernières années (i) a peu de chance d'être entièrement dû à la variabilité interne du climat; (ii) ne concorde pas avec des explications dues uniquement à des forçages naturels; (iii) concorde avec les réactions estimées à une combinaison donnée de forçages anthropiques et naturels.

**Graphique 2 : évolution de la concentration atmosphérique des principaux GES au cours du dernier millénaire**



Source : Giec, Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques

**Graphique 3 : Comparaison des températures de surface globales simulées et observées**



Simulation et mesure des variations de températures depuis 1900, par rapport à la moyenne de la période 1901-1950. La courbe bleue (uniquement les forçages solaires et volcaniques) résulte 19 simulations avec 5 modèles. La courbe

jaune (tous les forçages, naturels aussi bien qu'anthropiques, c'est-à-dire incluant les émissions humaines de GES, les aérosols etc.) résulte de 58 simulations avec 14 modèles numériques.

Source : Giec, Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques

## **2.2. Les modèles climatiques généraux et leurs incertitudes**

### **2.2.1 Les modèles de circulation générale de l'atmosphère**

Les modèles climatiques ont été développés afin de déterminer l'effet de l'augmentation des GES sur l'évolution du climat au cours du 21<sup>ème</sup> siècle. En effet, si un large consensus existe maintenant sur la réalité du changement climatique et sur son origine anthropique, de nombreuses incertitudes demeurent quant à l'ampleur de l'accroissement de température attendu et aux effets sur les autres composantes du climat.

Les modèles climatiques à l'échelle globale, appelés Modèles de Circulation Générale (MCG) de l'atmosphère, sont basés sur les lois physiques de conservation de la masse, de l'énergie et de la quantité de mouvement et sur les équations de la mécanique des fluides. Avec le développement de la puissance des outils informatiques, des calculs plus complexes peuvent être réalisés qui permettent de prendre en compte les processus physico-chimiques suivants :

- la circulation tridimensionnelle de l'atmosphère et son évolution ;
- l'hydrodynamique des modèles de circulation océanique.
- le forçage radiatif, c'est à dire l'effet de la variation de la concentration de GES dans l'atmosphère sur l'augmentation de température, qui fait l'objet d'une modélisation physique du transfert de rayonnement au travers de l'atmosphère gazeuse, prenant en compte sa composition chimique, la stratification de la température et la présence d'aérosols.

Ces modèles ont permis d'analyser les causes du réchauffement climatique, en montrant que seule l'intégration du forçage radiatif lié aux émissions anthropiques de GES pouvait expliquer les anomalies de températures observées. Mais ils permettent surtout de réaliser des projections sur les évolutions du climat mondial au cours du 21<sup>ème</sup> siècle en fonction des scénarios d'émissions de GES. Outre les valeurs globales du réchauffement climatique ou les niveaux d'élévation des océans, les modèles climatiques permettent aussi de réaliser des projections de portée régionale sur le réchauffement et d'autres variables climatiques, comme modification des régimes du vent, des précipitations et de certains phénomènes extrêmes.

#### Encadré 4 : principaux résultats des modèles climatiques

- *On s'attend à ce que le réchauffement atteigne un maximum sur les terres émergées et aux plus hautes latitudes de l'hémisphère Nord et un minimum au-dessus de l'océan Austral (près de l'Antarctique) et dans la partie septentrionale de l'Atlantique Nord ;*
- *Les projections font apparaître une diminution d'étendue de la couverture neigeuse, une augmentation d'épaisseur de la couche de dégel dans la plupart des régions à pergélisol ainsi qu'une diminution de l'étendue des glaces de mer dans l'Arctique et l'Antarctique ;*
- *Il est très probable que les épisodes de chaleur extrême, les vagues de chaleur et les épisodes de fortes précipitations deviendront plus fréquents ;*
- *Il est probable que les cyclones tropicaux (typhons et ouragans) deviendront plus intenses, avec une accélération des vitesses de pointe des vents et un accroissement des précipitations du fait de l'augmentation de la température à la surface des mers tropicales ;*
- *Le volume des précipitations augmentera très probablement aux latitudes élevées, alors qu'il diminuera probablement dans la plupart des régions continentales subtropicales, dans la continuité des tendances observées récemment.*

Source : Giec, Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse.

#### 2.2.2 Les incertitudes des modèles climatiques

Les modèles climatiques se sont grandement perfectionnés au cours des dernières décennies. Les résultats qu'ils peuvent nous fournir aujourd'hui sont toutefois limités par une « **cascade d'incertitudes** », ce qui amène les experts à les décrire en termes de probabilité d'occurrence. Les incertitudes qui pèsent sur les prévisions climatiques sont de plusieurs types :

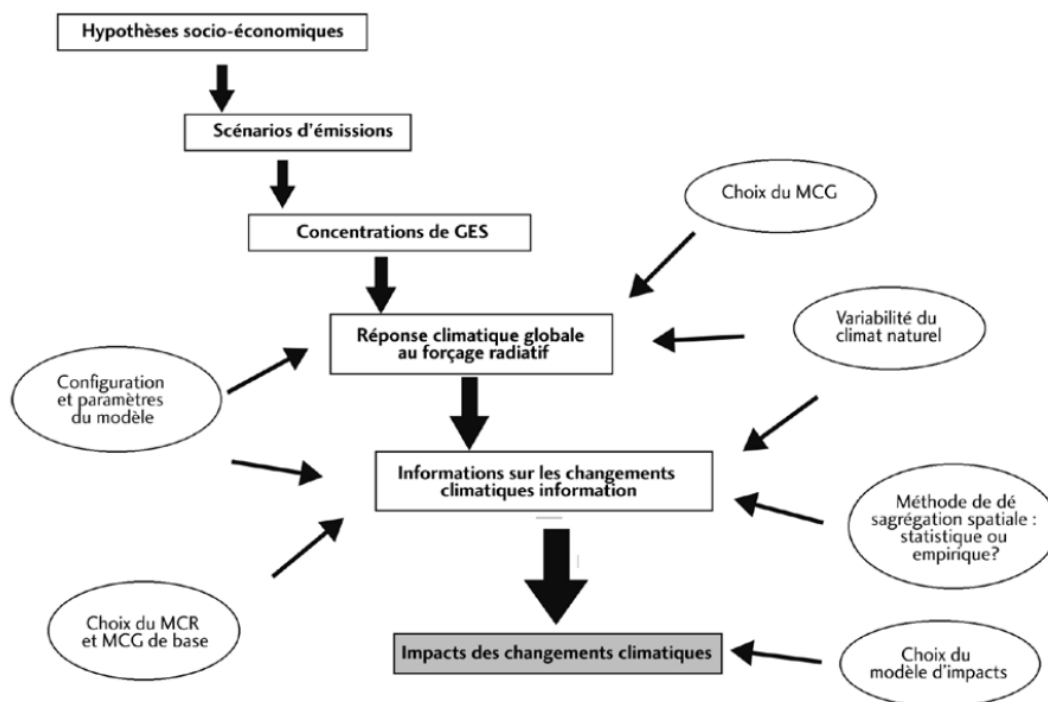
- Les observations disponibles : les données d'observation sont essentielles pour valider les modèles climatiques. En effet, le modèle est d'abord appliqué sur une période simulée de quelques décennies sans changement dans les niveaux actuels de concentration des GES dans l'atmosphère. Le résultat statistique est une description du climat prévu par le modèle qui, si le modèle est bon, aura une forte ressemblance avec les conditions climatiques d'aujourd'hui. La comparaison des données issues du modèle avec les données d'observation sur un grand nombre de paramètres constitue un des principaux moyens pour tester les modélisations. Or, les données d'observation sont non seulement sujettes à un certain degré d'erreur instrumentale, mais il existe souvent des problèmes de compatibilité des mesures réalisées ainsi que, surtout en Afrique subsaharienne, un manque de données issues de mesures directes.
- La complexité des phénomènes climatiques : il existe en particulier un certain nombre de phénomènes de rétroaction qui viennent compliquer la modélisation. Par exemple, l'élévation de température augmente le contenu en vapeur d'eau et en gaz carbonique de l'atmosphère, modifie la couverture nuageuse, diminue le volume des glaces continentales, etc. Ces rétroactions peuvent être positives, renforçant l'effet du forçage initial, ou négatives, quand elles le réduisent. Outre la vapeur d'eau, on peut citer un certain nombre d'autres phénomènes complexes à modéliser, comme l'effet des nuages, les variations multidécennales de l'océan, les effets de la fonte des glaces ou ceux de la végétation terrestre sur l'albédo des surfaces continentales...
- Les scénarios d'émission : ils déterminent le forçage radiatif qui sera introduit dans les modèles climatiques. Or, les scénarios d'émissions dépendent à la fois des hypothèses socio-économiques pour les décennies futures (type de développement qui sera mis en



œuvre globalement, dépendance des énergies fossiles, niveau de croissance mondiale, de la répartition des richesses, etc.) mais aussi de la capacité des Etats à s'entendre pour diminuer leurs émissions (conventions et protocoles internationaux, mesures d'atténuation du changement climatique).

- Le cycle du carbone: seule une partie du carbone rejeté dans l'atmosphère par les activités y subsiste, le reste (environ la moitié) étant absorbé par les océans et la végétation continentale. Mais le réchauffement nuit à la fixation du CO<sub>2</sub> atmosphérique dans les terres et les océans, augmentant ainsi la partie des émissions anthropiques qui reste dans l'atmosphère et, par conséquent, la concentration atmosphérique de ces gaz, ce qui se traduira par de nouveaux changements climatiques. Ces rétroactions entre le climat et le cycle du carbone sont complexes et probablement insuffisamment prises en compte dans les modèles climatiques, faute d'une meilleure connaissance des mécanismes d'échanges océan-atmosphère et continent-atmosphère.
- La variabilité interne du climat: c'est la variabilité du système en l'absence de toute modification des forçages externes (c'est-à-dire pas de perturbation anthropique, pas de variations de l'activité solaire, etc.). Les incertitudes liées à la variabilité interne du climat sont considérées comme irréductibles car elles sont liées à la nature chaotique du système climatique. Elles sont d'autant plus difficiles à prendre en compte que le climat est naturellement très variable (c'est le cas du climat sahélien) et les données d'observations sont limitées à la fois dans l'espace et dans le temps.
- L'échelle spatiale: si les modèles généraux de circulation de l'atmosphère décrivent correctement les évolutions à l'échelle mondiale, ils sont très imparfaits dès lors qu'il s'agit de réaliser des prévisions à une échelle plus fine. Cela est dû à la faible résolution horizontale des modèles climatiques (autour de 350-450 km), qui ne permet pas représenter adéquatement certains processus climatiques, en particulier les processus reliés au relief, à la végétation ou aux échanges atmosphère/océan en bordure des zones côtières.

Figure 1 : Cascade d'incertitudes et facteurs qui influencent l'incertitude des modèles climatiques.



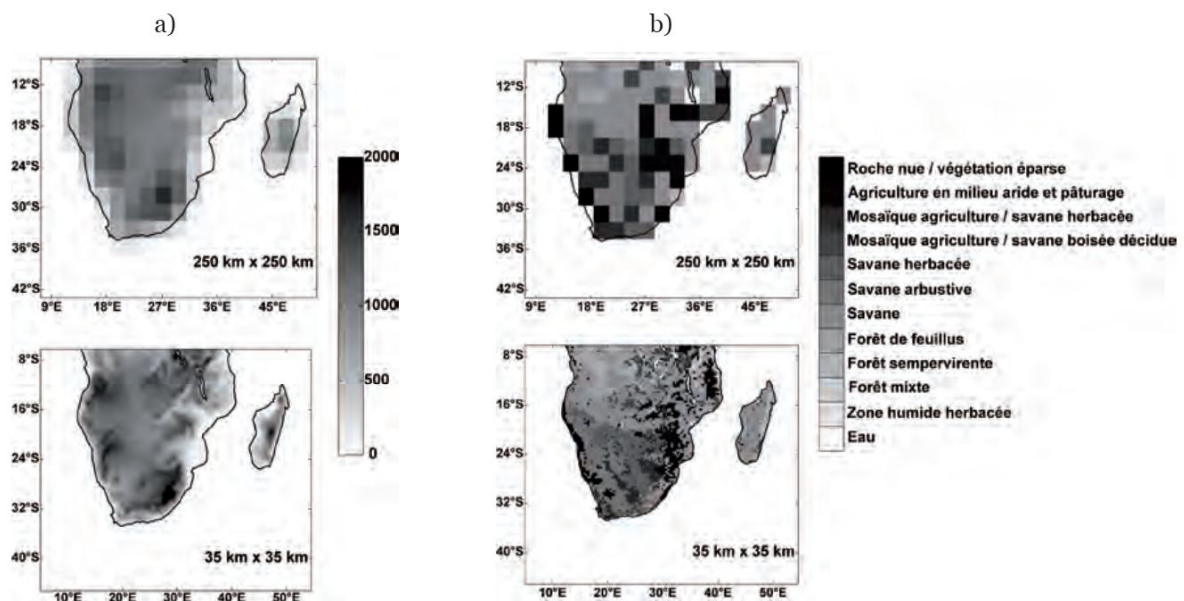
Source : Neil MacKellar, Jens H. Christensen et Philippe Lucas-Picher : Modèles, projections et incertitudes climatiques en Afrique sub-saharienne: introduction pour les chercheurs et les décideurs. CC Dare, Mars 2010.

### 2.2.3 Les modèles climatiques régionaux

Les MCG sont peu performants lorsque l'on cherche à connaître les évolutions du climat à l'échelle d'un pays, d'une province ou d'un bassin versant, qui peuvent n'être couverts que par une ou quelques mailles de la grille MCG. Etant donné qu'une maille représente une valeur moyenne pour la zone couverte, les variations spatiales dans la région étudiée ne sont donc pas correctement mises en évidence.

Afin d'améliorer la simulation du climat à l'échelle d'une région, une approche complémentaire consiste à augmenter la résolution dans un modèle ne couvrant qu'une partie de la surface du globe. La résolution plus élevée permet de représenter des caractéristiques qui sont mal prises en compte dans les MCG, telles que la topographie ou les conditions de surface (cf. Figure 2). Ces modèles régionaux de climat (MRC), nécessitent des données aux frontières de la région étudiée, qui peuvent être fournies par un MCG. Les MRC permettent d'obtenir résolution horizontale de 10 à 30 fois plus élevée que les MCG (de 50 à 10 km environ).

Figure 2 : Impact de la résolution du modèle dans la prise en compte de (a) l'altitude (m) (b) la végétation dominante au sein de chaque maille.



Source : Julien Cretat et al. : Les modèles climatiques régionaux : outils de décomposition des échelles spatio-temporelles. Dixièmes Rencontres de Théo Quant, Besançon, 23-25 février 2011

### 2.3. Que nous apprennent les modèles pour les évolutions climatiques au Tchad ?

#### 2.3.1 La mousson ouest-africaine et sa simulation par les modèles climatiques

Par sa position géographique, le territoire tchadien est soumis à deux principaux flux atmosphériques: l'Harmattan et la mousson.

- L'Harmattan est associé aux alizés de nord-est issus de l'anticyclone de Libye. Il est d'origine continentale, en provenance du Sahara. C'est donc un flux du nord chaud et sec.
- La mousson est liée au gradient de température qui existe entre le Sahara surchauffé et l'Est de l'océan Atlantique équatorial plus froid. Etant d'origine océanique, ce flux est chargé d'humidité.

La rencontre de ces deux flux définit une zone de convergence appelée Front Inter-Tropical (FIT). De novembre à mars avec le renforcement des anticyclones des Açores et de Libye, et l'affaiblissement de l'anticyclone de Sainte Hélène, le FIT se trouve aux environs de 5°-7° N. C'est la saison sèche, pendant laquelle prédomine l'Harmattan. A partir d'avril, la légère remontée du FIT donne lieu à des précipitations dans la partie méridionale du pays. Dans sa progression saisonnière, le FIT atteint sa position septentrionale la plus avancée (20°-22° N) en juillet-août, mois pendant lesquels tombent environ les trois quarts des précipitations annuelles. En septembre, les précipitations sont encore notables, mais le FIT redescend rapidement vers le Sud. La saison sèche s'installe vers la fin de ce mois ou début d'octobre dans la partie Nord du pays alors qu'au sud, les pluies peuvent être enregistrées jusqu'en novembre<sup>3</sup>.

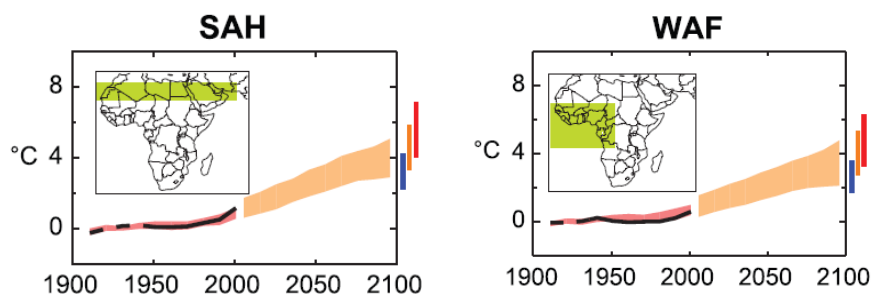
<sup>3</sup> Marion LEDUC-LEBALLEUR Influence océanique du golfe de Guinée sur la mousson en Afrique de l'Ouest Thèse soutenue le 8 février 2012 à l'Université Pierre et Marie Curie – Paris VI.

Ainsi, du Sud (où la mousson séjourne longtemps) au Nord (où la mousson est faible et ne dure pas longtemps), la durée de la saison des pluies diminue de façon considérable. Il en est de même pour les quantités de précipitations. En moyenne, de plus de 1200 mm au Sud, elles diminuent graduellement jusqu'à s'annuler à l'extrême Nord du pays.

### 2.3.2 Les projections climatiques

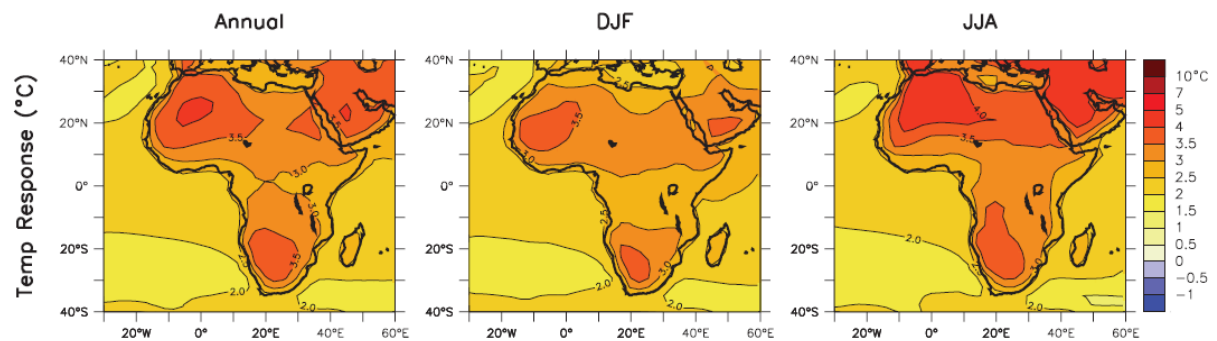
Les modèles climatiques montrent qu'il est fort probable que les températures en Afrique augmenteront au cours du 21<sup>ème</sup> siècle de 3 à 4°C en moyenne, soit 1,5 fois plus que la moyenne globale. Cette augmentation de température sera plus importante dans les régions tropicales sèches que dans les régions humides.

Figure 3 : évolution des températures depuis le début du siècle et prévision à l'horizon 2100, au Sahara (SAH) et en Afrique de l'Ouest (WAF)



Source: Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Figure 4 : prévisions de variation de température en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Moyenne de 21 modèles climatiques, scénario A1B

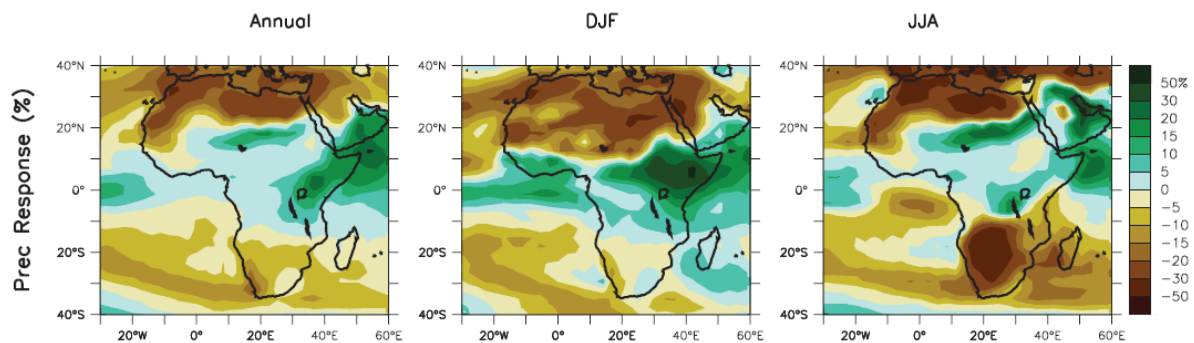


Source: Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

L'évolution des précipitations est contrastée selon les grandes régions du continent africain. En ce qui concerne le sud du Sahara, le Sahel et le golfe de Guinée, les modèles divergent et ne permettent pas de définir si les précipitations vont augmenter ou diminuer, ni dans quelle proportion.

La moyenne des modèles climatique montre une tendance à l'augmentation des précipitations annuelles dans la bande sahélienne, en particulier dans sa partie orientale incluant le Tchad. Cette tendance est particulièrement marquée en saison des pluies (juin-juillet-août – JJA).

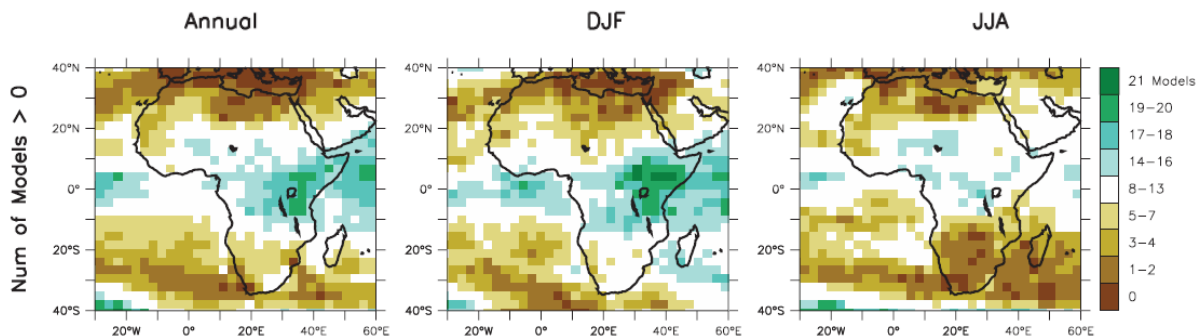
Figure 5 : prévisions de variation des précipitations en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Moyenne de 21 modèles climatiques, scénario A1B



Source: Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Mais les modèles climatiques isolés génèrent des réponses disparates pour le Sahel, certains prévoyant des diminutions fortes de précipitations du Sahara au Sahel, alors que d'autres prédisent une forte augmentation des pluies (voir figures ci-après). L'indétermination apparaît clairement dans les figures ci-dessous, qui montrent que pour la région sahélienne environ la moitié des modèles prévoient une augmentation des précipitations, notamment en saison des pluies (zones en blanc sur la carte).

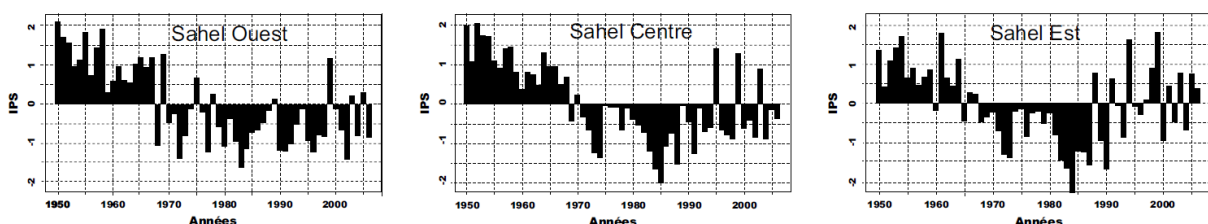
Figure 6 : prévisions de variation des précipitations en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Moyenne de 21 modèles climatiques, scénario A1B



Source : Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Certains modèles simulent une tendance à l'assèchement du Sahel au cours du 20<sup>ème</sup> siècle qui ne se prolonge pas dans les décennies suivantes. Cela s'expliquerait par le fait que les aléas climatiques qu'a connus le Sahel au cours des années 70 et 80 ne sont pas liés à la concentration en GES, mais plutôt au rôle des aérosols ou à la variabilité interne du climat. L'amélioration des précipitations au Sahel depuis les années 90, notamment au Sahel oriental (voir Graphiques ci-dessous), semble conforter ces modèles ainsi que ceux qui prévoient une augmentation de la pluviométrie différenciée d'ouest en est.

Graphique 4 : évolution de la pluviométrie au Sahel (1950-2006)

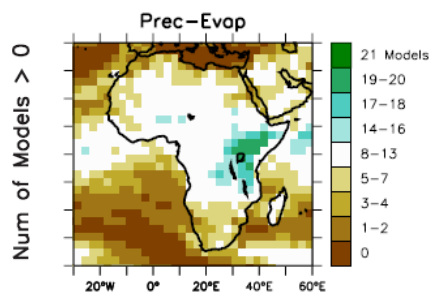


Source : Climat, changements climatiques et pratiques agro-pastorales en zone sahélienne. Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest, OCDE, Mai 2008.

En effet, le projet AMMA a montré qu'à l'horizon 2050, les modèles simulent plutôt des excédents de précipitations sur le Sahel central et oriental associés à un déficit relatif sur les parties ouest. Ainsi, en utilisant les 12 modèles couplés de l'AR4 dans le cadre du scénario d'émissions A1B, on a pu documenter une amélioration significative des saisons des pluies au Sahel central et oriental (juillet-septembre) dans 8 modèles sur 12. À l'est de 5° E, les excédents dépassent parfois 30 % et sont associés à une progression vers le nord de la circulation de Hadley-Sud et dans les basses couches de la mousson.

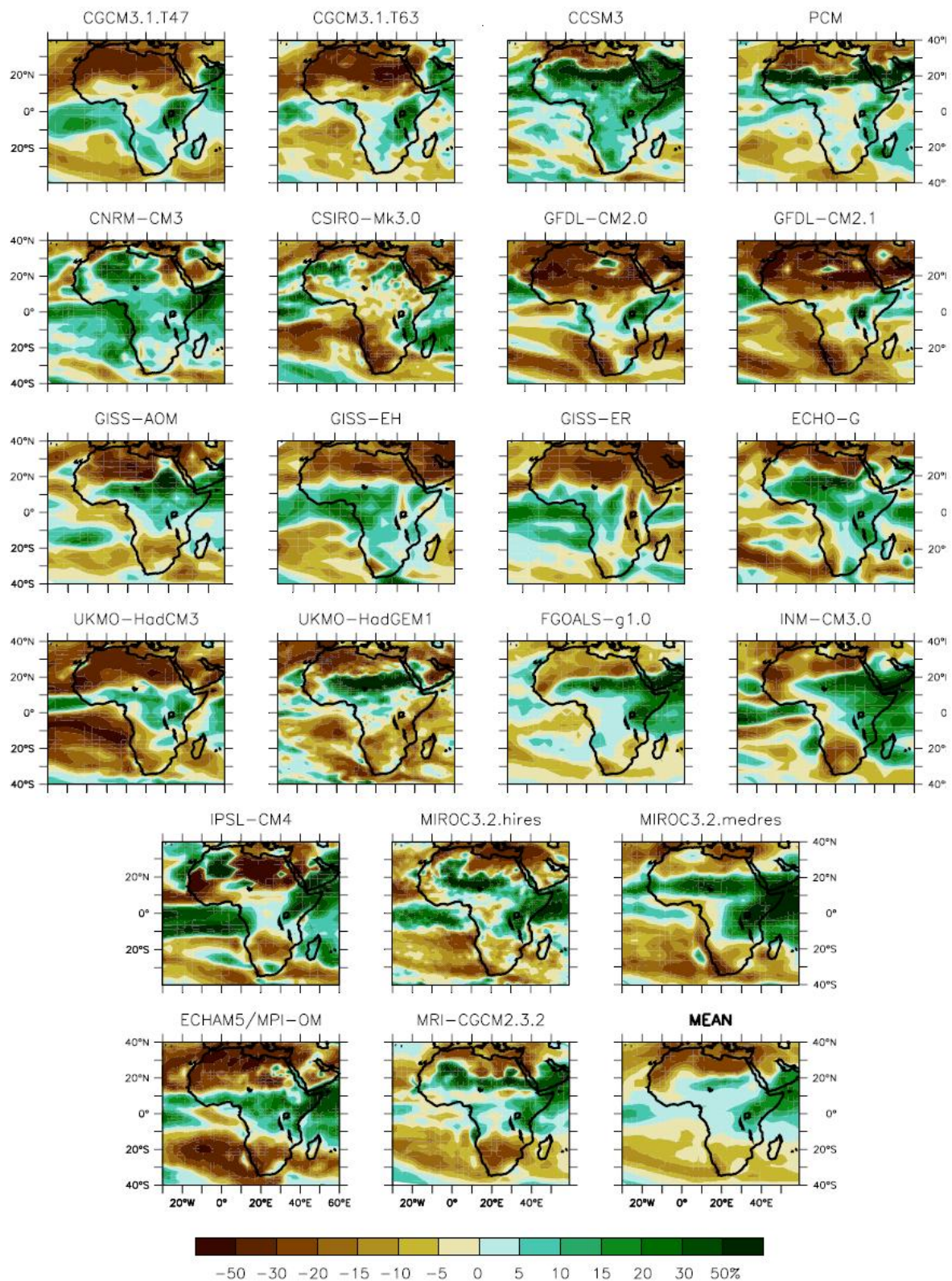
Toutefois, les effets de ces éventuelles augmentations de précipitations pourraient être partiellement ou totalement annulés par les effets des élévations de température sur l'augmentation de l'évaporation.

**Figure 7 : prévisions de variation de la différence entre précipitations et évaporation en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Moyenne de 21 modèles climatiques, scénario A1B**



Source : Regional Climate Projections - Supplementary Material. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

**Graphique 5 : prévisions de variation des précipitations annuelles moyennes en Afrique entre la fin du XXème siècle et la fin du XXIème siècle. Détail de 21 modèles climatiques, scénario A1B**



Source : Regional Climate Projections - Supplementary Material. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Les événements extrêmes augmenteront probablement, en Afrique comme dans le reste du monde. Parmi les événements qui devraient affecter l'Afrique de l'Ouest, il y a bien entendu les saisons extrêmement chaudes, qui devraient devenir la norme au point qu'à la fin du 21<sup>ème</sup> siècle, toutes les saisons devraient être plus chaudes que les saisons les plus chaudes de la fin du 20<sup>ème</sup> siècle.

**Encadré 5 : Les événements météorologiques extrêmes**

*Selon l'académie des sciences, les événements climatiques extrêmes sont des événements de faible probabilité d'occurrence sur un territoire donné, mais dont les conséquences sur les systèmes écologiques et sociaux sont fortes. On parle généralement d'événements extrêmes à propos de tempêtes tropicales, de sécheresses, d'inondations, etc. Ces événements peuvent être ponctuels (une tempête) ou bien se prolonger dans le temps (sécheresses).*

Source : Académie des sciences : Événements climatiques extrêmes – réduire la vulnérabilité des systèmes écologiques et sociaux. Décamps H (coord.), 2010.

[http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/rapports\\_html/RST29.htm](http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/rapports_html/RST29.htm)

La fréquence des saisons extrêmement humides, qui se produisaient en moyenne une année sur 20 à la fin du 20<sup>ème</sup> siècle, devrait augmenter à 1 fois tous les 5 ans. La fréquence des sécheresses n'est pas indiquée par le Giec, car le nombre de modèles indiquant une augmentation n'est pas suffisant. Les modèles indiquant une aridification du climat montrent une diminution forte du nombre de jours pluvieux, partiellement compensée par l'intensité des pluies.

### 2.3.3 Les limites des modèles

Les modèles climatiques régionaux prennent mieux en compte les variations de température de surface des océans (la présence d'eaux anormalement froides dans l'Atlantique nord et anormalement chaudes dans l'Atlantique tropical sud) pour expliquer les variations des précipitations observées. Mais plusieurs éléments déterminants de la mousson ouest-africaine sont souvent mal pris en compte dans les modèles :

- Le rôle des changements de l'humidité du sol et de la végétation, qui produiraient une rétroaction positive sur les changements climatiques ;
- Les rétroactions liées aux modifications des états de surface, qui joueraient un rôle essentiel en zone semi-aride (rétroaction positive de l'augmentation de l'albédo due à la désertification) ;
- Le rôle des aérosols désertiques, les poussières portées par les masses d'air chaud venant du Sahara pouvant limiter ou annuler les précipitations.

Les modèles climatiques existants peinent à retracer le climat qu'a connu le Sahel au cours du 20<sup>ème</sup> siècle, notamment en ce qui concerne les précipitations :

- les périodes de démarrage de la saison des pluies dans certains modèles apparaissent plusieurs semaines avant les dates observées,
- certains modèles n'arrivent pas à simuler l'entrée de la mousson à l'intérieur des terres et donc à expliquer le climat sahélien ;
- la variabilité climatique interannuelle n'est pas bien expliquée par les modèles, notamment les sécheresses des années 70 et 80.

Cela limite évidemment la confiance que l'on peut accorder aux projections climatiques de ces modèles. De plus, les modèles donnent des informations plausibles sur l'évolution à la fin du siècle, mais ont beaucoup de mal à fournir un signal climatique clair à un horizon inférieur à 50 ans, à



cause de la variabilité naturelle du climat. Aux échelles régionales ou locales, les incertitudes sur les traductions des modèles globaux sont fortement accrues.

#### 2.4. Conclusion : les modèles climatiques, des outils d'aide à la décision ?

On considère souvent que les modèles climatiques vont aider les individus et les institutions à planifier leur adaptation aux changements climatiques. Ainsi, par exemple, si l'on sait que le climat sera plus aride, les institutions de recherche pourront travailler à la mise au point de variétés de plantes ou de races d'animaux résistants à la sécheresse.

Mais beaucoup d'incertitudes limitent actuellement les résultats des modèles climatiques. Les prévisions concernant l'évolution des précipitations au Tchad sont contradictoires, et les modèles climatiques régionaux demandent à être perfectionnés. Il n'est donc pas possible de définir un scénario climatique relativement consistant pour le Tchad, et encore moins à des échelles régionales ou locales, alors que c'est à ces échelles que les informations seraient importantes pour orienter la planification des systèmes productifs. De plus, les modèles climatiques ont beaucoup de mal à fournir un signal climatique clair à un horizon de 10 ou 20 ans, alors qu'il s'agit là d'un pas de temps maximal pour la plupart des planifications.

Le pays ne peut pourtant pas attendre d'avoir des certitudes sur l'évolution du climat pour définir et appliquer des mesures d'adaptation. Il faut donc se résoudre à planifier en tenant compte à la fois des quelques certitudes – l'augmentation des températures et l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes – et des nombreuses incertitudes – l'évolution des précipitations et les réponses des écosystèmes et des sociétés aux évolutions du climat. **Tenir compte des incertitudes dans la planification de l'adaptation est essentiel pour éviter d'aboutir à des situations de « mauvaise adaptation », dans lesquelles les changements induits augmentent la vulnérabilité des systèmes au lieu de la réduire**<sup>4</sup>. Cela passe, notamment, par la prise en compte de divers scénarios climatiques dans le choix des stratégies et des actions d'adaptation.

---

<sup>4</sup> La « mauvaise adaptation », quelquefois appelée de « maladaptation », n'est pas seulement une adaptation inefficace. Elle est définie par le Giec comme « tout changement dans les systèmes humains ou naturels qui, par mégarde, augmente la vulnérabilité aux stimuli climatiques ; une adaptation qui augmente la vulnérabilité au lieu de la diminuer ».

### 3. Impacts du changement climatique sur les sociétés pastorales

#### Résumé de ce chapitre :

Les défis auxquels les sociétés pastorales et agricoles devront faire face avec le changement climatique doivent être remis dans le contexte des évolutions en cours qui modèlent les dynamiques des systèmes de production, en particulier les changements démographiques, l'augmentation du cheptel et des espaces cultivés, la transformation des systèmes de culture et d'élevage, la diminution des complémentarités entre agriculteurs et éleveurs, les conflits croissants pour l'accès aux ressources naturelles... Les changements climatiques vont influencer sur ces dynamiques en modifiant les risques d'épizooties ou d'aléas climatiques extrêmes et les enjeux d'accès à l'eau, de conservation des pâturages, etc.

Ces défis ne se posent pas de la même façon dans les différentes zones climatiques et pour les différents systèmes d'élevage. Ainsi, la zone soudanienne sera sans doute moins affectée par les augmentations de températures que la zone sahélienne, mais la résilience des savanes sèches est a priori plus importante... De plus, la gestion durable des écosystèmes sahéliens passe par des charges animales limitées qui favorisent une gestion extensive, alors que les savanes soudanaises permettent une intensification. Les systèmes mobiles apparaissent comme particulièrement adaptés aux variations du climat et de la production de biomasse qui caractérise la zone sahélienne. Les systèmes sédentaires sont non seulement moins productifs en zone sahélienne, mais aussi beaucoup plus vulnérables aux aléas climatiques. Par contre, ils peuvent se révéler très efficaces et résilients en zone soudanienne, surtout lorsque l'agriculture et l'élevage sont intégrés (agro-pasteurs ou agro-éleveurs).

Les systèmes d'élevage, surtout en zone sahélienne, possèdent une forte résilience aux aléas climatiques, qui sont déjà une caractéristique du climat actuel de la zone. Les principaux facteurs de résilience de ces systèmes sont :

- La mobilité des troupeaux ;
- La diversification des activités (élevage de plusieurs espèces d'animaux, association agriculture-élevage, vente de services de transports de récoltes, etc.)
- La diversité génétique des différents animaux ;
- Les réseaux d'information, permettant de connaître les zones où sévissent des maladies, ou celles où les ressources en eau et pâturage sont importantes ;
- La bonne connaissance du milieu ;
- L'existence d'accords sociaux entre les différents groupes d'éleveurs et d'agriculteurs des zones de transhumance.

#### 3.1. Comment le climat affecte-t-il les systèmes d'élevage ?

Malgré l'importance de l'élevage dans l'économie des pays sahéliens, peu de données scientifiques sont disponibles sur les effets que le changement climatique pourra avoir sur ce secteur.<sup>5</sup> Ces effets sont certes complexes, car ils impactent sur les différents niveaux d'organisation du système : les individus, le troupeau, le système d'alimentation, l'organisation des déplacements...

<sup>5</sup> P.K. Thornton, J. van de Steeg, A. Notenbaert, M. Herrero : The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems* 101 (2009) 113–127 constitue une bonne synthèse dont sont extraits une partie des arguments présentés à suivre.

### 3.1.1 Les effets du changement climatique sur les animaux

Un des principaux éléments à prendre en compte est l'élévation de la température, qui est considérée comme très probable par les modèles climatiques et qui affectera tout particulièrement les zones sahéliennes.

L'augmentation de la chaleur cause un stress chez les animaux, qui peut les amener à augmenter leur consommation d'eau et à limiter leur alimentation, ce qui provoque la diminution de la production, notamment de lait. La baisse de l'ingestion et l'augmentation de l'abreuvement sont expliqués par la nécessaire thermorégulation, qui permet aux ruminants de maintenir leur température corporelle quasi constante. Lorsque la température ambiante augmente, l'animal lutte contre l'hyperthermie en éliminant davantage de chaleur, notamment en augmentant l'évaporation de l'eau au niveau respiratoire et en diminuant la production de chaleur par un comportement adéquat : réduction des déplacements puis de l'ingestion.

Le stress thermique impacte également la reproduction, en réduisant la longueur et l'intensité des chaleurs, mais aussi la fertilité et la survie de l'embryon. En effet, des périodes de fortes chaleurs entraînent des perturbations de la sécrétion des hormones hypothalamo-hypophysaires, de la dynamique de croissance folliculaire et du développement embryonnaire et foetal. Ceci se traduit par une moins bonne expression des chaleurs, une mauvaise qualité des ovocytes, des mortalités embryonnaires précoces et des animaux de poids plus faibles à la naissance.

Les vagues de chaleurs causent régulièrement une augmentation de la mortalité des troupeaux. Toutefois, la vulnérabilité des animaux au stress thermique varie selon les espèces, leur potentiel génétique d'adaptation à la chaleur, leur âge et leur état nutritionnel. Il est difficile de savoir aujourd'hui dans quelle mesure les températures moyennes ou les pics de chaleurs prévus pour le Sahel dans les prochaines décennies pourront être tolérés par les différentes races de ruminants existant dans la région. La richesse génétique existante est sûrement un atout important pour l'adaptation des animaux au stress thermique.

Les besoins en eau des animaux augmentent en fonction de l'élévation des températures. Pour les zébus, par exemple, les besoins en eau sont multipliés par deux lorsque l'on passe de 10 à 30°, et doublent à nouveau entre 30 et 35°. Une partie des besoins en eau est fournie par les fourrages, dont le contenu en eau est très variable. En période de stress thermique au Sahel, il est probable que l'eau apportée par les fourrages sera limitée et que les animaux devront boire davantage ou se rendre plus fréquemment aux points d'eau. La compétition croissante pour l'accès à l'eau causée par l'augmentation de la demande devra être prise en compte dans les politiques publiques afin de favoriser les investissements et une gestion des points d'eau qui limite les risques de conflits.

Les maladies animales seront affectées par les changements climatiques, mais la complexité des liens environnement – vecteur – pathogène – hôte sont tels qu'il est difficile de prévoir ce qui va se passer simplement en fonction de la connaissance des évolutions de température et de précipitations. En effet, le changement climatique va affecter positivement ou négativement (i) le développement des pathogènes, en fonction de leur sensibilité à la chaleur ou à l'humidité, mais aussi leur dispersion en fonction des changements d'intensité des pluies ou du vent ; (ii) les vecteurs des maladies (tiques, mouches, moustiques, etc.) dont la distribution et l'abondance peuvent changer en fonction des évolutions du climat, mais aussi leur capacité à inoculer les pathogènes ; et enfin (iii) les écosystèmes, en particulier l'évolution des espèces qui entrent en compétition avec les vecteurs ou qui sont leurs prédateurs.

La distribution des maladies risque donc de changer rapidement avec les évolutions du climat. Or, les races animales sont souvent adaptées aux conditions des territoires sur lesquelles elles vivent, notamment à la pression des pathogènes, pour lesquels elles ont développé une certaine résistance.

L'impact des changements climatiques sur la santé animale risque d'être d'autant plus important qu'ils viendront rompre brusquement l'équilibre existant entre les races élevées et les maladies auxquelles elles sont soumises.

### 3.1.2 Les effets du changement climatique sur les ressources pastorales

Les changements climatiques auront un impact important sur les la quantité et la qualité des ressources pastorales qui fournissent l'essentiel de l'alimentation des troupeaux du Tchad.

Le CO<sub>2</sub> stimulant la photosynthèse, son augmentation aura un effet à priori bénéfique sur la croissance des plantes, en particulier pour les plantes en C3. Toutefois, l'importance de l'augmentation de rendement fait l'objet de controverses. Selon le Giec, le rendement des plantes à 550 ppm de CO<sub>2</sub> pourrait augmenter de 10 à 25% pour les plantes en C3 et de 0 à 10% pour les plantes en C4, à condition toutefois que d'autres facteurs climatiques (variation de températures et précipitations) ou édaphiques (fertilité) ne viennent pas limiter ce potentiel.

L'augmentation de la teneur atmosphérique en CO<sub>2</sub> provoque une fermeture stomatique plus importante qui limite les taux de transpiration. La consommation d'eau s'en trouve diminuée, ce qui se traduit par une amélioration de l'efficacité dans l'utilisation de l'eau (matière sèche produite par unité d'eau transpirée). Cet effet est particulièrement important lorsque l'on considère que le changement climatique est susceptible de provoquer une aridification de certains climats.

La réalisation de ce potentiel photosynthétique dépendra grandement des variables climatiques. L'augmentation des températures a globalement un effet positif sur la production de biomasse, particulièrement dans les zones tempérées ou montagneuses. En zone tropicale, cet effet sera probablement négatif, dans la mesure où la température optimale pour la photosynthèse risque fort d'être dépassée. D'autres fonctions physiologiques sont également moins efficaces au-delà de certaines limites de températures : c'est le cas par exemple de la viabilité du pollen du maïs, qui baisse au-delà de 36°C. La résistance des plantes au stress lié à la chaleur est fortement dépendante des disponibilités en eau, surtout pour les plantes en C4.

D'autre part, les températures plus élevées accélèrent le rythme de développement des plantes, ce qui se traduit par un raccourcissement des cycles de production et de reproduction. Conjuguées à l'augmentation du rayonnement solaire, elles provoquent également une augmentation de l'évapotranspiration potentielle (ETP), laquelle est seulement partiellement compensée par la diminution du cycle de la plante. Globalement, les besoins en eau risquent d'augmenter.

En ce qui concerne la qualité des fourrages, il est probable que l'augmentation de températures provoquera une plus grande lignification des plantes, et donc une moins bonne digestibilité.

L'alimentation hydrique est donc un élément déterminant de la réponse des pâturages aux changements de conditions induits par l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> et le réchauffement climatique. Ce point est d'autant plus important que c'est sur les changements attendus dans le domaine des précipitations que les incertitudes sont les plus importantes. Il est donc très difficile aujourd'hui de déterminer aux niveaux local ou même régional si le changement climatique induira une augmentation ou une diminution de la biomasse et des rendements des cultures.

Les seuils critiques et les niveaux de température et précipitations optimaux varient d'une plante à l'autre et entre variétés d'une même espèce. Si ces seuils sont bien connus pour les espèces largement cultivées, comme les céréales, ils le sont beaucoup moins pour la variété de plantes qui constituent les différents types de savanes.

Les impacts sont dès lors à rechercher au niveau de la formation végétale, particulièrement pour ce qui est de la composition et distribution des espèces (légumineuses, herbacées annuelles ou herbacées pérennes).

La proportion de plantes en C4 est très importante dans les savanes et les prairies inter-tropicales, où la physiologie de la photosynthèse en C4 procure un avantage adaptatif à ces plantes, mieux adaptées aux milieux secs que les plantes en C3. Alors que l'élévation des concentrations en CO2 pourrait favoriser les plantes en C3 au détriment des plantes en C4, l'augmentation de température pourrait avoir l'effet contraire. L'évolution des précipitations jouera donc un rôle considérable dans les changements de composition des espèces dans les parcours. L'importance des espèces fourragères parmi celles qui seront favorisées par les changements climatiques, ainsi que le type de plante fourragère (graminée, arbuste...) aura un impact sur le type d'animal le plus adapté à ces parcours.

On estime toutefois qu'avec une augmentation de température de 2,5°, 20 à 30% des plantes endémiques seraient menacées d'extinction. A 4,5°, peu d'écosystèmes semblent en mesure de s'adapter, même si les savanes font partie des systèmes les moins vulnérables.

Au-delà des moyennes des températures et des précipitations, il faut également prendre en compte les impacts des événements climatiques extrêmes sur les dynamiques végétales (Cf. Encadré 6)

**Encadré 6 : impact des événements météorologiques extrêmes sur la végétation sahélienne**

L'analyse des dynamiques de végétation dans des situations climatiques variées montre que les impacts des sécheresses des années 70 et 80 sur la végétation sont largement réversibles dès lors que les précipitations se normalisent.

La strate herbacée disparaît et les sols dénudés sont sujets à une érosion éolienne généralisée. Mais avec le retour des pluies, la végétation herbacée a rapidement reconquis les sols. C'est surtout vrai pour les annuelles, notamment les graminées. La mortalité des plantes ligneuses a été très élevée. Leur régénération demande davantage de temps et se fait de façon différenciée suivant les paysages : les sols sableux et les bas-fonds voient une augmentation des peuplements alors qu'ils ont tendance à diminuer dans les zones de glaciais. Des événements extrêmes plus fréquents risquent de fragiliser la récupération des ligneux.

Source : Pierre Hiernaux et Jean-François Soussana : les changements climatiques et leurs impacts attendus en régions chaudes

### 3.1.3 Les effets du changement climatique sur les ressources en eau

Les besoins en eau des animaux, mais aussi des plantes, augmenteront en fonction de l'augmentation des températures. L'évolution des ressources en eau, quant à elle, est très incertaine, notamment en fonction des difficultés à prévoir l'évolution des régimes pluviométriques.

Le ruissellement est corrélé aux volumes des précipitations, mais aussi à leur intensité et répartition dans le temps. Pour une même moyenne pluviométrique, des pluies plus violentes peuvent générer des ruissellements plus importants, mais également limiter la durée des écoulements dans les cours d'eau.

Des ruissellements importants peuvent permettre la recharge de mares, lesquelles ont une importance considérable dans certains secteurs du Sahel pour l'abreuvement des animaux. Mais ils peuvent aussi provoquer une moindre recharge des nappes, alors que les forages et les puisards sont également une source d'eau essentielle pour les animaux et les éleveurs. Si la saisonnalité des écoulements augmente, les eaux souterraines pourront être amenées à jouer un rôle plus important

à l'avenir pour assurer l'abreuvement des animaux. La question de leur gestion, déjà importante aujourd'hui, deviendra un enjeu crucial.

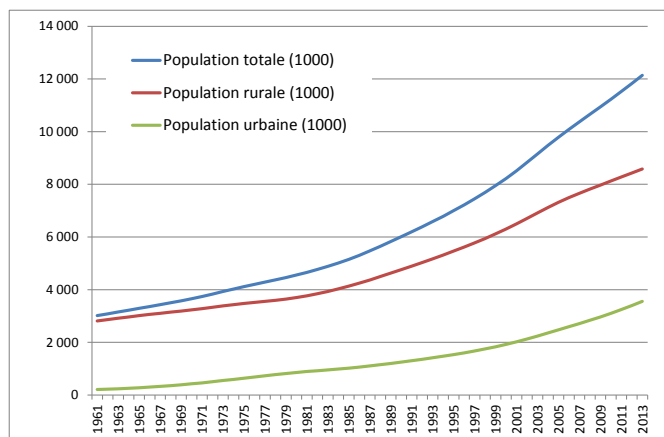
Les évolutions des précipitations au Sahel laissent penser qu'après les forts déficits des années 70 et 80, on est entré dans les années 90 dans une phase de pluies moyennes plus proches des valeurs historiques, mais avec de grandes variabilités interannuelles. Les prévisions d'augmentation de la fréquence des événements extrêmes dans l'avenir permettent d'imaginer que les fortes précipitations, amenant à des inondations, risquent d'alterner avec des années plus sèches où les risques pour l'abreuvement des animaux seront grands, surtout dans les régions où les ressources en eau dépendent essentiellement des écoulements superficiels.

### 3.2. Le changement climatique : un facteur parmi d'autres des évolutions des systèmes d'élevage

Les systèmes d'élevage du Tchad évoluent et s'adaptent en permanence à toute une série de facteurs écologiques, économiques, sociaux, politiques, sécuritaires etc. Les changements climatiques sont donc seulement un des facteurs des évolutions en cours, et sans doute pas le plus important, notamment à court terme. Il convient donc de considérer d'abord l'ensemble des facteurs qui influencent aujourd'hui les dynamiques des systèmes d'élevage, avant d'analyser quels effets les changements climatiques pourront avoir sur ces dynamiques et, au final, sur les systèmes d'élevage eux-mêmes.

Les évolutions des dynamiques démographiques : la population augmente au Tchad à un rythme soutenu. Elle a été multipliée par 2 entre 1965 et 1990, puis par 2 encore entre 1990 et 2012. La population rurale, même si elle ne correspond plus qu'à 71% de la population totale (contre 93% au moment de l'indépendance), continue toujours de croître au rythme de 2% par an sur la dernière décennie. Ces dynamiques ont deux conséquences importantes :

**Graphique 6 : évolution de la population tchadienne, 1961-2013**

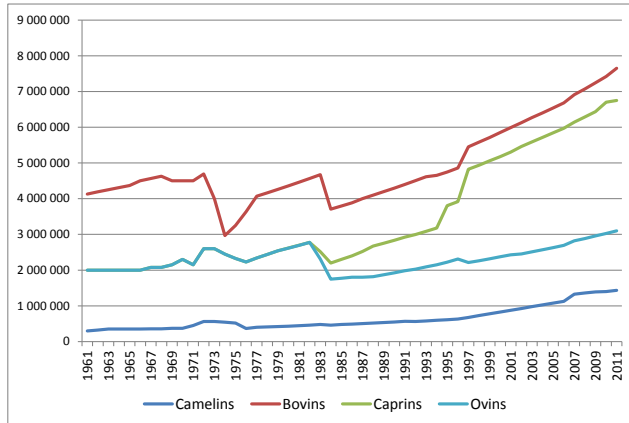


Source : FAOSTAT

- D'un côté, la demande en produits d'origine animale croît fortement en fonction, d'une part de la croissance démographique nationale et sous-régionale, et d'autre part de l'émergence d'une classe moyenne urbaine consommant davantage de produits laitiers et carnés dans son alimentation.
- De l'autre, la population rurale, qui dépend essentiellement de l'agriculture et de l'élevage pour sa subsistance, croît de façon importante et continue, ce qui implique une plus forte pression sur les ressources naturelles. Pour l'élevage, cela se traduit essentiellement par une augmentation du nombre d'animaux : entre le début des années 1990 et aujourd'hui, soit

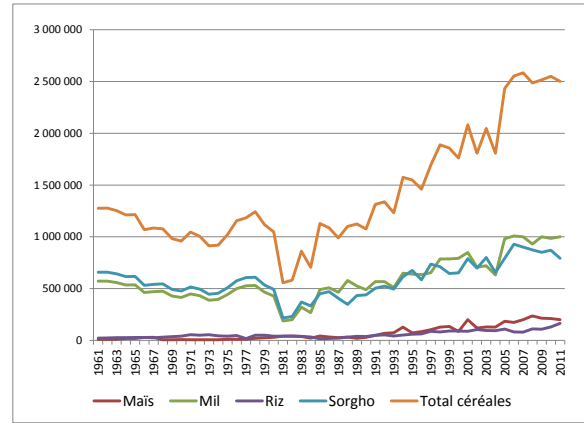
après les grandes périodes de sécheresses durant lesquelles les troupeaux ont stagné ou régressé, le cheptel aurait pratiquement doublé au Tchad.<sup>6</sup> Pour l'agriculture, les surfaces ont doublé en moyenne entre les années 60 et aujourd'hui, alors que dans le même temps les rendements n'ont augmenté que de 16%.

**Graphique 7 : évolution du nombre d'animaux (en tête) entre 1961 et 2011**



Source : FAOSTAT

**Graphique 8 : évolution de la surface récoltée en céréales (en ha) entre 1961 et 2011**



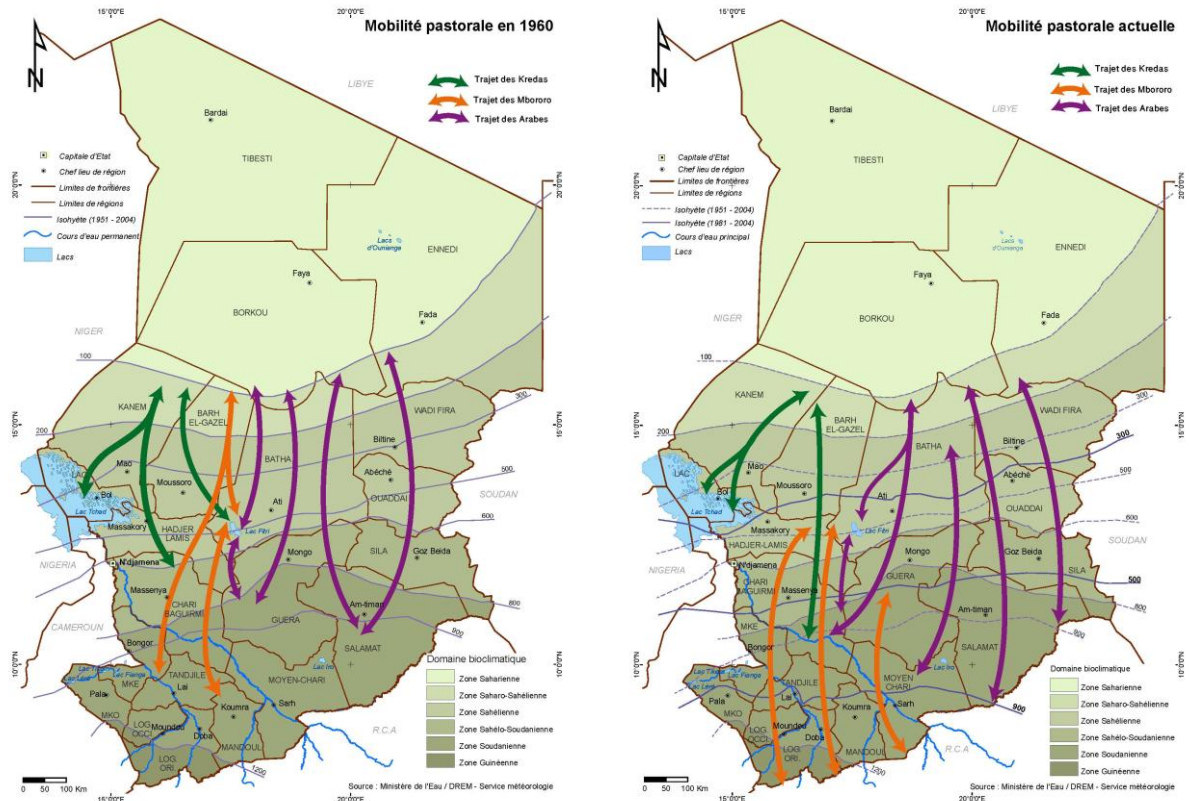
Source : FAOSTAT

Les évolutions des systèmes d'élevage :

- les éleveurs ont tendance à séjourner davantage en zone agricole, sous l'effet d'un certain nombre de changements environnementaux :
  - la pression parasitaire des insectes sur les animaux domestiques, qui obligeait les éleveurs à remonter au nord du 13<sup>ème</sup> parallèle en saison des pluies, semble diminuer ;
  - la diminution relative des ressources pastorales de la zone sahélienne, à cause à la fois des crises climatiques des années 70 et 80 et des impacts de l'augmentation des troupeaux sur les ressources pastorales ;
  - les évolutions des dates de début et de fin de saison des pluies, qui amènent parfois les éleveurs à remonter plus tardivement ou à redescendre plus précocement, interférant ainsi avec les périodes de cultures.
- De plus, les trajets de transhumance ont évolués et ont eu tendance à aller plus au sud que par le passé, en zone soudanienne et même jusqu'en République Centrafricaine, en fonction de facteurs climatiques et environnementaux, mais aussi souvent à cause des crises politico-militaires et sécuritaires qui ont rendu les circuits de transhumance traditionnels trop risqués (cf. cartes ci-dessous).

<sup>6</sup> Ces chiffres sont cependant à prendre avec prudence. En l'absence de recensement, ils sont basés sur des estimations.

Carte 1 : évolution de la mobilité pastorale entre 1960 et aujourd'hui



Source : Programme du Système d'Information pour le Développement Rural et l'Aménagement du Territoire - SIDRAT

3. Avec les crises climatiques des années 70 et 80, nombre d'éleveurs ont perdu la totalité ou une grande partie de leur troupeau et ont été contraints d'abandonner, temporairement ou définitivement, la transhumance. Ils se sont souvent mis à pratiquer l'agriculture, à la fois comme stratégie de survie et de recapitalisation. Il existe aujourd'hui, aux côtés d'éleveurs transhumants dont toute la famille et le troupeau pratique la transhumance « pendulaire » entre le nord et le sud, diverses catégories d'éleveurs pratiquant des transhumances de dimensions variées et dont une partie de la famille cultive des céréales en saison des pluies ou en saison sèche (voir 2.3.1 Typologie des systèmes d'élevage).
4. La diversité des types d'éleveurs et des stratégies associées a donc augmenté depuis les années 80, avec de forts écarts entre les capitaux en bétail et les revenus au sein des sociétés pastorales. De plus, avec l'augmentation des prix du bétail et des échanges commerciaux d'animaux, de « nouveaux éleveurs riches », issus du commerce ou de la fonction publique, sont apparus, qui placent leurs économies sous forme de bétail et possèdent de gros troupeaux conduits par des bergers salariés.

#### Les évolutions des systèmes agricoles :

D'un autre côté, les systèmes agricoles se sont eux aussi largement développés, en lien avec l'augmentation de la population.

1. Comme cela a été signalé plus haut, les augmentations de production céréalière ont été obtenues essentiellement par une augmentation des surfaces cultivées. Cela est lié à la fois à l'existence de surfaces disponibles, mais aussi aux difficultés de l'intensification dans des zones dont le potentiel productif est limité et les conditions climatiques très aléatoires.



L'augmentation des surfaces cultivées en saison des pluies s'est souvent faite au détriment de zones traditionnellement utilisées par les éleveurs : aires de stationnement des animaux, couloirs de passage. Ce phénomène est d'autant plus important que les ressources foncières sont souvent insuffisantes pour permettre la mise en jachère prolongée des terres cultivées, ce qui rend ces zones fortement fumées par les animaux très attractives.

2. Les aléas climatiques caractéristiques de la zone sahélienne rendent les productions des cultures pluviales très aléatoires. Les agriculteurs cherchent à compenser cela en développant les cultures de contre-saison dans les bas-fonds, le long des fleuves et en bordure de lacs, celles-ci étant généralement moins risquées que les cultures pluviales. Elles sont souvent appuyées par le ministère de l'agriculture, les agences internationales ou les ONG, qui cherchent par leurs projets à réduire l'insécurité alimentaire des populations agricoles. Ces cultures, irriguées ou de décrue, ont non seulement réduit l'accès du bétail à l'eau mais aussi transformé en terres de culture des pâturages naturels - souvent de très bonne qualité et disponibles à une saison où les pâturages dans les zones exondées plus sableuses déclinent. En concentrant les éleveurs sur des ressources plus limitées, ces évolutions peuvent provoquer des risques de surpâturage.
3. Ces pertes d'accès à des ressources pastorales et hydriques importantes ont lieu localement dans les bas-fonds qui sèchent en saison des pluies, mais aussi de façon plus importante autour de points d'eau permanents comme les lac Tchad et Fitri. Dans ces zones, on constate également l'arrivée de nouveaux acteurs agricoles (« investisseurs » nationaux ou étrangers) à qui l'Etat accorde des droits sur de grandes surfaces, ce qui contribue à accentuer la marginalisation des éleveurs par leur exclusion de l'accès aux ressources.
4. Enfin, de nombreux agriculteurs possèdent actuellement du bétail, notamment en zone de savane. Cela répond à la fois aux dynamiques de développement de la culture attelée, aux stratégies de capitalisation des agriculteurs ou au besoin de minimiser les risques climatiques et économiques en diversifiant les spéculations.

Les évolutions des relations entre agriculteurs et éleveurs : historiquement, les éleveurs se sont installés dans les grandes étendues de steppe et de savanes favorables à l'élevage et peu propices à l'agriculture, alors que l'agriculture s'est installée dans les zones plus méridionales, à la fois plus arrosées et moins contraignantes à cultiver. Les relations entre agriculteurs et éleveurs ont lieu lors de la saison sèche, lorsque les éleveurs transhument vers le sud, et sont traditionnellement fondées sur des complémentarités de production et d'utilisation des espaces (voir encadré).

**Encadré 7 : complémentarités entre agriculteurs et éleveurs au Sahel**

*Les complémentarités entre agriculteurs et éleveurs se manifestent sous des formes variées : échanges, sous formes monétaires ou non, de produits comme le lait et les céréales ; contrats de fumure des champs par les troupeaux des éleveurs, qui consomment les restes de culture une fois les récoltes faites ; transport des récoltes des cultivateurs du champ au grenier par les animaux des transhumants ; fourniture d'animaux aux agriculteurs pour le développement de la culture attelée en milieu agricole. Ces pratiques sont souvent renforcées par des alliances entre les lignages ou familles nomades et les villages. (Source : Toutain B., Marty A., Bourgeot A., Ickowicz A. & Lhoste P., 2012. Pastoralisme en zone sèche. Le cas de l'Afrique subsaharienne. Les dossiers thématiques du CSFD. N°9. Février 2012. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 60 pp.)*

Les évolutions récentes provoquent une nette diminution de ces complémentarités. Dans de nombreuses régions, des agriculteurs possèdent du bétail et n'ont plus besoin des pasteurs pour transporter leur récolte, fumer leur champ ou se procurer du lait. Certains éleveurs, de leur côté, cultivent une grande partie des céréales nécessaires à leur subsistance. Il en résulte que les agriculteurs ayant de l'élevage réservent désormais leurs résidus de culture pour leurs propres

animaux ; les formes de troc disparaissent, remplacées par les échanges marchands ; les anciennes alliances s'effritent.

Dans le même temps, les évolutions mettent les systèmes agricoles et pastoraux en concurrence pour l'accès aux ressources naturelles. L'envahissement des espaces pastoraux par les cultures, qui concerne notamment les terres importantes pour l'accès aux fourrages et à l'eau en saison sèche, entraîne une augmentation des situations de conflits entre agriculteurs et éleveurs. Avec l'affaiblissement des complémentarités, ces conflits deviennent non seulement plus nombreux, mais aussi plus graves.

### **3.3. Diversité des systèmes d'élevage et adaptation au changement climatique**

Tous les éleveurs ne sont pas affectés de la même façon par les facteurs cités ci-dessus et ne le seront pas non plus par les changements climatiques en cours et à venir. Les typologies qui permettent de prendre en compte la diversité des systèmes d'élevage au Tchad sont généralement basées sur les facteurs suivants : (1) le lien entre agriculture et élevage ; (2) le type ou l'amplitude de la transhumance ; (3) les groupes socio-culturels et (4) le type d'animaux prédominants.

#### **3.3.1 Typologie simplifiée des systèmes d'élevage au Tchad<sup>7</sup>**

##### **a. Systèmes pastoraux**

Les systèmes pastoraux sont caractérisés par un élevage extensif qui n'est pas couplé à une activité agricole, contrairement aux systèmes agropastoraux. On peut distinguer les systèmes pastoraux en fonction de la transhumance réalisée et du type d'animaux prédominant. Les transhumances prennent de l'ampleur au fur et à mesure que l'on s'approche de la frontière avec le Soudan. Les mouvements vont ainsi de quelques kilomètres parcourus annuellement par les troupeaux des grands ouaddis du Sud Kanem, à plusieurs centaines de kilomètres dans la partie orientale du Tchad.

##### **- Les systèmes d'élevage sédentaires**

Il y a des éleveurs qui possèdent des troupeaux souvent peu importants, qui ne transhument pas d'une région à l'autre.

Dans le nord du pays, ces systèmes exploitent les pailles sèches en saison sèche et abreuvent leurs animaux grâce aux puits. Les gros troupeaux ne peuvent pratiquer ce type d'élevage à cause du temps nécessaire à l'exhaure.

Plus au sud, les éleveurs sédentaires sont parfois des transhumants qui se sont sédentarisés suite à des problèmes sécuritaires ou climatiques. En saison sèche, ils s'écartent des villages à la recherche de pâturages. Dans les zones d'inondations, ils se déplacent en saison des pluies entre la plaine inondée et la plaine sèche. Leur mobilité localisée se caractérise par une exploitation sélective des pâturages de décrue ou des dépressions les plus proches. Pendant la période de cultures, les troupeaux sont déplacés dans un mouvement de faible amplitude, de l'ordre de 20 à 50 km. Les déplacements peuvent concerner la totalité du troupeau et de la famille du pasteur ou une partie seulement de l'une et/ou l'autre.

---

<sup>7</sup> Cette typologie a été adaptée de celle présentée dans le Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement. -Partie 1 : le bilan-diagnostic de l'hydraulique pastorale en 2001. HCNE/MEE/ONU-DAES/PNUD.

- **Les systèmes de petites et moyennes transhumances du centre ouest du Tchad**

Le système pastoral du lac Tchad. Au lac Tchad, les Buduma et les Kouri, entre autres, exploitent avec des troupeaux de taurins, les pâturages de décrue des îles des archipels qui se découvrent au fur et à mesure que le niveau du lac Tchad baisse. Lors des hautes eaux, ils gagnent, en novembre, pour quelques semaines, les ergs où poussent des pâtis d'annuelles et des savanes à *leptadenia pyrotechnica*.

Le système pastoral du Batha occidental. Les éleveurs passent au moins neuf mois de l'année autour du lac Fitri, où leurs troupeaux pâturent les bourgoutières dans le respect des règles coutumières passées avec les sédentaires du sultanat Bilala de Yao. En saison des pluies (juin – juillet), ils abandonnent ce milieu lacustre pour aller vers les pâturages sahariens. Ils reviennent ensuite au niveau de la sous-préfecture de Djedda, restent peu sur les grands puits profonds de leurs aires de parcours traditionnelles, et regagnent les terrains du Fitri, où les accords séculaires passés avec les villages Bilala et le sultanat leur assurent des aires pâturables suffisantes et bien délimitées.

Le système pastoral du Kanem oriental : les déplacements des éleveurs peuvent s'assimiler à des oscillations annuelles faites par rapport à l'axe du Bahr El Ghazal. A la fin des mois secs, ils partent vers le Sud, jusqu'au niveau de la route de Massakory à Ati, pour attendre que le front de pluies les dépassent. Lorsque les pluies tardent à venir ils descendent jusqu'à la latitude de N'Djaména, dès qu'ils estiment que les prairies sahariennes ont suffisamment de mares, ils "remontent" jusqu'à elles, en passant par les eaux de surface que concentre la vallée du Bahr-El-Ghazal. Au fur et à mesure que les eaux de surface s'assèchent, ils regagnent progressivement leurs positions des mois secs.

- **Les systèmes de grandes transhumances**

Les grands transhumants sont des éleveurs dont les caractéristiques principales concernent la mobilité et la flexibilité. Ils transhument toute l'année et toute la famille accompagne le troupeau. Pour les itinéraires de la transhumance, il y a souvent plusieurs ramifications. Les itinéraires sont fonction de la localisation des points d'eau et des pâturages, de la taille du troupeau et des risques de conflits avec les agriculteurs.

Le système pastoral du Batha oriental. Les pasteurs passent, suivant les années, neuf à dix mois hors de leur chef-lieu administratif, Oum-Hadjer, allant vers le Sud pour ne pas avoir à puiser sur les puits très profonds de leur sous-préfecture, car ils possèdent des troupeaux très importants. Suivant leurs positions de départ, ils gagnent les lacs et les grandes mares du Salamat en contournant le massif du Guéra par l'Est ou par l'Ouest. Leurs éléments les plus mobiles poussent jusqu'à la dorsale centrafricaine, quoique la majorité des campements préfèrent rester dans les plaines d'inondation du Salamat, où ils attendent les pluies. Leur remontée est rapide au début de l'hivernage, afin de ne pas se faire couper des stationnements septentrionaux de saison des pluies par les oueds en crue.

Le système pastoral du Tchad Oriental. Les pasteurs ont des amplitudes de nomadisation aussi grandes que celles des éleveurs précédents. Ils les côtoient d'ailleurs dans les régions méridionales. Quand ils commencent leur descente vers le sud, ils abandonnent bien souvent des pâturages à peine exploités, parce que les puits de ces régions foncés dans des terrains durs fortement faillés s'assèchent vite. Leur descente méridionale s'appuie sur les puisards qu'ils creusent dans les lits des oueds, fort nombreux, qui proviennent des hauteurs orientales. Au début de l'année, ils se retrouvent dans les régions du Salamat qu'ils ont l'habitude de fréquenter depuis des siècles. Les

années moins arrosées, ils poussent eux aussi jusqu'au Moyen-Chari, voire jusqu'aux confins de la dorsale centrafricaine.

Le système pastoral Peul est spécifique au Chari-Baguirmi. Il épouse les mobilités régionales durant les mois secs, mais amorce avant les pluies une transhumance vers les bourgoutières du Lac Tchad, d'autant plus précoce que la saison sèche s'étire en longueur.

### **Les systèmes chameliers sahariens**

Les systèmes pastoraux sahariens sont basés sur l'élevage de chameaux, caractéristique des systèmes d'élevage nomade. Ils nomadisent d'un point d'eau à un autre en fonction des disponibilités fourragères offertes par les pâturages occasionnels ou « aheb ». Ils exploitent ainsi les mares et les gueltas temporaires en saison des pluies et se rabattent sur les puits ou les mares permanentes en saison sèche. Les mouvements sont limités en saison sèche aux abords des massifs du Tibesti et de l'Ennedi et, dans une moindre mesure, autour des hauteurs orientales du Kapka et également à la périphérie des oasis de Faya, Zouar, Bardai, Fada, et des lacs de la région d'Ounianga. Ce n'est que lorsque les pluies d'hivernage alimentent suffisamment d'impluvia naturels que les troupeaux se répandent en plaine. Dans le Kanem Occidental, les éleveurs, qui sont installés dans les ergs fossiles du Chittati et du Liloa, ont des déplacements très courts, limités aux ouaddis qu'ils exploitent et où ils cultivent des céréales pluviales et parfois entretiennent des cultures maraîchères. Quand les pâturages viennent à manquer, ils changent tout simplement d'ouadi. Il arrive qu'en saison sèche ils effectuent des mouvements vers le Lac Tchad ou vers les confins du Chari-Baguirmi. Tous conduisent leurs troupeaux en cure salée vers les puits natronés de Dira et Nira, les bonnes années, ou vers Leschour au nord de Nokou.

### **b. Les systèmes agropastoraux ou systèmes mixtes agriculture-élevage**

A partir des années 80, se sont développés des systèmes mixtes agriculture-élevage, appelés systèmes agropastoraux. Ces systèmes ont deux origines bien différentes : d'un côté, des éleveurs, souvent sous l'effet des sécheresses qui ont décimé ou réduit leurs troupeaux, se mettent à cultiver des céréales pour assurer leur sécurité alimentaire ; de l'autre, des agriculteurs, qui ont développé la traction attelée, capitalisent en élevant des animaux.

#### **- Les agro-éleveurs ou agriculteurs élevant**

Ce sont des agriculteurs sédentaires (à l'habitat fixe) qui, à la faveur du développement des cultures de rente (coton, maïs et arachide), ont accumulé de l'argent en épargnant dans le bétail. Ces agriculteurs de tradition, cultivant souvent de grandes superficies, sont devenus éleveurs en capitalisant les surplus agricoles, et parfois des revenus extra agricoles, dans le bétail.

Deux types d'élevage bovin sont à distinguer dans ce système : il y a d'une part, un élevage de bovin de trait composé en général d'une à deux paires de mâles par exploitation, et d'autre part, un élevage professionnel fondé sur la constitution du troupeau par l'achat de femelles reproductrices. L'objectif principal de production consiste à conserver du bétail comme compte d'épargne, le bétail s'inscrivant dans une économie d'appoint qui correspond souvent à un degré d'enrichissement du producteur agricole. Ces agro-éleveurs possèdent des réserves foncières assez importantes qu'ils exploitent sans trop de difficulté à cause de la main d'œuvre et du niveau d'équipement agricole également assez important. Les agro-éleveurs ont généralement des unités de production plus grandes que celles des agriculteurs. Les principales céréales (sorgho et maïs) sont produites non seulement pour l'autoconsommation mais également pour la commercialisation.

La totalité du troupeau est en propriété (certains pratiquent le confiage). L'effectif de petits ruminants est en revanche modeste (de 8 à 20 têtes). Certains élèvent également des porcs et/ou de la volaille. Leurs animaux sont caractérisés par une mobilité quotidienne en toute saison. Ce

sont des mouvements journaliers aller-retour effectués des villages vers les pâturages et les points d'abreuvement. Les bovins allaitants, les bœufs de trait et le reste des bovins sont conduits ensemble aux pâturages pendant toute l'année. En saison des cultures, les bœufs de labour sont gardés près des parcelles cultivées.

#### **- Les agro-pasteurs ou pasteurs cultivant**

Les agro-pasteurs sont des éleveurs transhumants qui possèdent un point fixe où une partie de la famille pratique l'agriculture alors qu'une autre partie s'occupe des animaux. Ils se distinguent des agro-éleveurs et des pasteurs par la combinaison de deux habitats : l'un fixe (maison en banco ou case en paille) et l'autre mobile (tente en natte ou en bâche). L'habitat fixe incarne la pratique des activités agricoles alors que l'habitat mobile renvoie à la pratique de la transhumance. Pendant la période de cultures (saison des pluies), une partie de la famille reste dans le campement fixe, avec un petit troupeau qui constitue un noyau laitier, et l'autre partie transhume avec le bétail loin des zones de culture. Certaines familles d'agro-pasteurs pratiquent toutefois en saison sèche l'agriculture de contre-saison, dans ce cas les animaux sont éloignés des zones de culture.

Les agro-pasteurs se caractérisent par une complémentarité structurelle entre les activités pastorales et agricoles et possèdent des troupeaux de bovins importants (plus de 100 têtes en moyenne par exploitation). Ils élèvent aussi de petits ruminants (ovins et caprins) qui servent d'épargne pour la famille. Ce groupe est constitué des Foulata, des Arabes Dakhara, des Rachid, des Missériés, des Hawazmé et des Toundjour, etc. qui partagent le même espace pastoral en saison des pluies comme en saison sèche. Ce sont des éleveurs professionnels car l'élevage constitue leur première activité, donc leur principale source de revenu. Pour limiter la vente du bétail et afin de couvrir leurs besoins, ils pratiquent l'agriculture à base de cultures vivrières (maïs et sorgho). En raison de l'utilisation judicieuse de la fumure animale, leur agriculture est reconnue comme l'une des plus performantes. Leur principal objectif de production est l'augmentation de la taille du troupeau par reproduction. Les agro-pasteurs ne disposent d'aucune réserve foncière. En l'absence de jachère, ils doivent apporter des engrais organiques pour entretenir la fertilité des terres. Pour cela, ils pratiquent le parcage de saison sèche et l'épandage de poudrette. Chez les agro-pasteurs, la majeure partie de la famille ne s'adonne qu'à l'élevage, c'est pourquoi, ils font parfois appel à de la main-d'œuvre extérieure pour les travaux des champs.

Le troupeau est soit individuel et placé sous la responsabilité d'un bouvier qui est le plus souvent un membre de la famille, soit constitué d'animaux appartenant aux différents membres de la famille et placé sous la responsabilité du chef de famille. Le troupeau est divisé en lots uniquement durant la saison des pluies. Le premier lot constitué d'un noyau de vaches laitières et de bovins de trait reste sur l'exploitation à proximité du lieu d'habitation toute l'année. Le reste du troupeau est conduit au pâturage hors des zones de cultures. Les animaux rejoignent ainsi les zones les moins saturées et disposant d'importantes potentialités fourragères où ils séjournent durant la saison des pluies et une partie de la saison sèche. Le retour au campement se fait le plus souvent à la fin des récoltes en saison sèche froide (novembre/décembre/janvier). Ils sont ensuite conduits ensemble avec le reste du troupeau sur les résidus de cultures et fertilisent ainsi les champs de maïs ou de sorgho.

#### **c. Systèmes d'élevage péri-urbains**

Les systèmes péri-urbains sont des systèmes plus intensifs, destinés à la production de lait pour la consommation locale ou à l'engraissement d'animaux avant leur vente aux abattoirs locaux. L'alimentation des animaux ne peut se faire seulement à partir des ressources fourragères locales, notamment en saison sèche, ce qui implique généralement l'utilisation de compléments tels que les tourteaux de coton. Ce système est également caractérisé par une productivité assez élevée grâce à

un bon suivi alimentaire (une grande proportion de concentré) et sanitaire. On les trouve à proximité des grandes agglomérations (N'Djamena, Abéché, Moundou, Sahr, Doba...)

**Tableau 1 : les différents systèmes d'élevage du Tchad par grande zone éco-climatique**

	Type de système	Sous-systèmes	Localisation
A. Zone saharienne	A.1 Système pastoral saharien	Système d'élevage nomade du BET	Pâturages Sahariens du B.E.T., Kanem occidental
B. Zone sahélienne	B.1 Systèmes pastoraux	B.1.1 Systèmes d'élevage sédentaires	Toute la bande sahélienne
		B.1.2 Systèmes de petites et moyennes transhumances du centre ouest du Tchad	Lac Tchad, lac Fitri, Batha occidental, Kanem oriental
		B.1.3 Systèmes de grandes transhumances du Tchad central et oriental	Toute la bande sahélienne (particulièrement Bahr Al Gazhal et Batha oriental)
	B.2 Systèmes agro-pastoraux	B.2.1 Agro-éleveurs	Guéra, Sud Bahr al Gazhal, Ouaddaï, Dar Sila, Salamat, Chari Baguirmi
		B.2.2 Agro-pasteurs	Batha, Guéra, Sud Bahr al Gazhal, Ouaddaï, Dar Sila, Chari Baguirmi
	B.3 Système périurbain		Proximité des grandes agglomérations (N'Djamena, Abéché)
C. Zone soudanienne	C.1. Systèmes pastoraux	C.1.1 Système d'élevage sédentaire	Plaines alluviales du Logone et du Chari
		C.5. Système pastoral « peul »	Spécifique Chari Baguirmi
	C.2. Systèmes agro-pastoraux	C2.1 Agro-éleveurs	Anciens et nouveaux bassins cotonniers
		C2.2 Agro-pasteurs	Ensemble de la zone soudanienne
	C.3. Système périurbain		Proximité des grosses agglomérations (Moundou, Sahr, Doba...)

Source : Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement -Partie 1 : le bilan-diagnostic de l'hydraulique pastorale en 2001. HCNE/MEE/ONU-DAES/PNUD

### 3.3.2 Capacité d'adaptation des systèmes d'élevage aux changements climatiques

#### a. **Comment analyser la capacité d'adaptation à des changements incertains ?**

S'il est difficile de savoir avec précision quels seront les impacts des changements climatiques sur les systèmes d'élevage, étant donné les incertitudes sur les évolutions climatiques, comment pouvons-nous analyser les capacités d'adaptation des systèmes pastoraux ?

La démarche proposée ici repose sur l'hypothèse que les systèmes qui seront capables de s'adapter aux évolutions futures du climat sont ceux qui sont aujourd'hui les plus à même de faire face aux

aléas actuels et aux évolutions en cours. En effet, la capacité d'adaptation actuelle, à condition qu'elle ne soit pas une adaptation exclusive pour un type de changement donné, est gage d'adaptation aux situations futures ; d'autre part, les systèmes qui ne sont pas capables de s'adapter aujourd'hui risquent fort de ne plus exister dans 20 ans ou 50 ans, et la question de leur adaptation aux conditions climatiques futures ne se pose alors plus.

Les phénomènes auxquels les systèmes d'élevage doivent s'adapter peuvent être classés en 3 types :

1. Les aléas « normaux » : par exemple, variation de pluviométrie entraînant une diminution de la disponibilité en eau ou en pâturages;
2. Les aléas exceptionnels, tels que des épisodes de sécheresse ou des épizooties entraînant une mortalité du troupeau, ou des inondations empêchant la traversée des cours d'eau ;
3. Des pressions continues: pression démographique, mise en culture d'espaces pastoraux, augmentation des températures moyennes, etc.

Pour chacun de ces phénomènes, nous analyserons dans quelle mesure les systèmes d'élevages actuels sont résilients et à quelles conditions ils pourront s'adapter aux évolutions possibles.

Les systèmes d'élevages sont des systèmes à la fois biologiques et sociaux, dont les mécanismes d'adaptation doivent être envisagés à différentes échelles, depuis l'échelle des individus (les animaux, les plantes, les chefs de ménage) jusqu'à celle des peuplements (le troupeau, les écosystèmes, le campement, la tribu).

Les mécanismes d'adaptation ne sont pas les mêmes pour les plantes ou pour les animaux. Ainsi, les plantes disposent de peu de moyens pour s'adapter à une baisse des disponibilités en eau ou en nutriments, alors que les animaux peuvent, dans une certaine mesure, brouter davantage pour compenser la diminution de la ressource fourragère ou bien se déplacer pour chercher de l'eau.

L'adaptation des systèmes sociaux diffère des systèmes biologiques, notamment par la capacité qu'ont les êtres humains de s'adapter préventivement. C'est le cas par exemple lorsque, prévoyant l'assèchement des mares, les éleveurs décident de redescendre vers le sud, alors même que les pâturages sont encore abondants dans leur zone d'hivernage.

#### **b. Adaptation des systèmes d'élevage aux aléas climatiques « normaux »**

La forte variabilité naturelle des précipitations est une caractéristique du climat sahélien, qui se traduit par des variations importantes, dans l'espace et dans le temps, des ressources en eau et en fourrages. Du fait de la variation de la production de biomasse, la disponibilité fourragère en un lieu donné peut varier d'une année sur l'autre du simple au quadruple. Mais à cause de l'aspect très localisé des précipitations en zone sahélienne, la disponibilité de fourrages peut être complètement différente à seulement quelques kilomètres de distance. La même chose peut se produire avec les ressources hydriques de surface, en particulier les mares.

La mobilité des animaux est donc une réponse essentielle à la variabilité du climat. On peut distinguer deux types de mobilité <sup>8</sup> :

- Le déplacement quotidien contribue à disperser les animaux dans le pâturage avant les regroupements pour l'abreuvement puis dans des parcs de nuit. Les distances parcourues autour du campement varient beaucoup selon la saison et la disponibilité des ressources en eau et en fourrages. Pour des bovins, le rayon d'action le plus large est d'une dizaine de

---

<sup>8</sup> Toutain B., Marty A., Bourgeot A., Ickowicz A. & Lhoste P., 2012. Pastoralisme en zone sèche. Le cas de l'Afrique subsaharienne. Op. cit..

kilomètres, tout au plus quinze (il est moindre pour les petits ruminants, mais plus importants pour les camelins).

- La transhumance est une mobilité saisonnière qui permet de répondre aux variations saisonnières des ressources en quantité et en qualité. Certaines grandes transhumances s'éloignent du terroir d'attache de plusieurs centaines de kilomètres (Est du Tchad).

Même si chaque groupe d'éleveur transhume selon des routes déjà connues, qui correspondent à des fluctuations climatiques prévisibles dans leurs grandes lignes, la transhumance nécessite en réalité un pilotage très fin en fonction des conditions réelles rencontrées chaque année par les éleveurs. Cette mobilité « opportuniste » permet de gérer les aléas (la disponibilité de pâturages, d'eau, les situations de conflits ou d'insécurité, les inondations, les foyers de maladies) en faisant varier les routes et les dates de transhumance. Elle est permise par la connaissance fine qu'ont les éleveurs du milieu, par leur capacité à s'informer des conditions changeantes, ainsi que par l'entretien permanent de liens de réciprocité avec différents groupes sociaux, qui leur donne la possibilité de modifier les routes de transhumance.

La mobilité des pasteurs est en effet facilitée par les accords sociaux qui existent entre les différents groupes d'éleveurs et entre éleveurs et agriculteurs. Dans une zone donnée, certains groupes possèdent des droits prioritaires sur l'eau et les ressources pastorales. Les accords sociaux définissent souvent des réciprocités dans l'accès à ces ressources permettant ainsi aux éleveurs qui transhument de les utiliser de façon temporaire. Au-delà de l'accès aux ressources, les accords sociaux jouent également un rôle important pour limiter les conflits et, le cas échéant, dans leur résolution.

Les différentes espèces élevées ont des exigences alimentaires différentes : ainsi, les caprins et les camelins s'accommodent bien de feuillages d'arbre, les ovins et les bovins préfèrent la végétation herbacée. De même pour les besoins en eau, les camelins pouvant rester plusieurs jours sans boire, alors que les petits ruminants et les bovins doivent être abreuvés quotidiennement. Les éleveurs jouent donc sur la composition des troupeaux pour s'adapter aux conditions prédominantes et associent souvent différentes espèces afin de minimiser les risques climatiques. Au cours de la transhumance, ils n'hésitent pas à séparer le troupeau en plusieurs groupes afin que chaque espèce aille dans des zones ayant les fourrages les plus appréciés et un accès plus facile aux ressources hydriques.

Les systèmes d'élevage mobiles sont mieux adaptés que les élevages sédentaires aux conditions aléatoires du milieu. De nombreuses études montrent que la productivité des élevages mobiles par unité de surface est bien plus élevée que celle des élevages sédentaires<sup>9</sup>.

### **c. Adaptation des systèmes d'élevage aux aléas « exceptionnels »**

Les aléas « exceptionnels » sont des événements rares mais ayant un impact important sur les systèmes d'élevage, comme les sécheresses, les inondations, les épizooties. Au Sahel, ces événements peuvent avoir une très grande magnitude et causer des dégâts considérables. Ainsi, les sécheresses qui ont frappé la région au cours des années 70 et 80 ont décimé les troupeaux dans certaines régions et la famine a provoqué de nombreux morts. Autre conséquence importante de ces sécheresses, des vagues de migrations ont amené les éleveurs des zones sahariennes vers le Sahel, puis du Sahel vers la zone soudanienne et même jusqu'en République Centrafricaine.

---

<sup>9</sup> Breman H. and de Wit C.T., 1983: *Rangeland productivity and exploitation in the Sabel*. Science 221: 13 41-46 ; Wilson R.T., De Leeuw P.N., and Haan C., 1983: *Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali : résultats préliminaires*. Research Report No. 5 ILCA, Addis Ababa, Ethiopia ; Colin De Verdière P. : *Etude comparée de trois systèmes agropastoraux dans la région de Filingué (Niger)*, Cirad-Emvt, 1998, 160 p. + annexes. IIED et SOS Sahel UK, 201 : *Modernité, mobilité. L'avenir de l'élevage dans les zones arides d'Afrique*.



Les analyses de ces événements montrent que les éleveurs les plus touchés sont ceux qui étaient le moins mobiles, notamment les éleveurs « en voie de sédentarisation », avec des pertes de l'ordre de 80 à 90% du troupeau, contre « seulement » 30% ou moins pour les grands transhumants, qui sont descendus plus tôt et ont mis à profit leur connaissance des routes de transhumance et leurs accords sociaux avec les populations locales.<sup>10</sup>

A aléas exceptionnel, mobilité exceptionnelle : les systèmes d'élevage mobiles ont développé des stratégies qui leurs permettent une certaine résilience face aux crises climatiques.

- Les accords sociaux avec les groupes d'agriculteurs et d'éleveurs des territoires que les transhumants traversent et où ils séjournent plus ou moins longtemps sont indispensables pour permettre la mobilité des troupeaux. Pour pouvoir utiliser certains parcours lors d'un aléa exceptionnel, les éleveurs y envoient régulièrement une partie de leur famille et de leur troupeau afin d'entretenir ces accords et de pouvoir les utiliser lorsque ce sera nécessaire.
- Par ailleurs, les éleveurs ont de nombreuses stratégies qui leur permettent de minimiser les risques de pertes importantes. Ces stratégies reposent sur la dispersion des animaux (prêts et dons d'animaux, dispersion du troupeau sur des routes différentes) ainsi que sur les mécanismes de solidarité à l'intérieur du lignage (solidarité) et entre lignages (réciprocité).

La taille du troupeau est déterminante dans la capacité pour un éleveur de faire vivre sa famille (production de lait, revenu pour acheter des céréales...). En cas de crise, les éleveurs cherchent donc à garantir la survie d'un noyau minimum d'animaux, notamment de jeunes reproductrices, en vendant une partie de leur troupeau, ce qui contribue à la fois à diminuer la pression sur les ressources naturelles et à leur donner les moyens d'acheter des compléments alimentaires (bien que ceux-ci soient souvent peu disponibles). Cette nécessité explique également les stratégies qui visent à avoir un troupeau aussi grand que possible car cela permet, même si on en perd la moitié, de continuer à transhumer et à nourrir sa famille.

Les stratégies de reconstitution des troupeaux sont essentielles dans les phases post-crisis. Elles s'appuient sur :

- Les solidarités familiales et claniques : lorsque cela est possible, c'est-à-dire lorsque le choc n'a pas affecté de la même façon l'ensemble du groupe social, il est possible de faire appel aux mécanismes de solidarité et de réciprocité pour faciliter la reconstitution du troupeau. Ces mécanismes s'appuient notamment sur les prêts d'animaux et sur les systèmes de dons et contre-dons.
- La sédentarisation temporaire : nombre d'éleveurs arrêtent de transhumer afin de cultiver la terre pendant quelques années dans l'attente de reconstituer leur troupeau. L'agriculture permet de limiter la vente d'animaux destinée à l'achat de céréales et permet même, les bonnes années, de capitaliser en achetant des animaux.

Les systèmes agropastoraux représentent une forme d'adaptation à ces aléas exceptionnels, car ils permettent non seulement de limiter les risques en augmentant le nombre de spéculations, mais surtout de faciliter la recapitalisation en assurant aux éleveurs un droit foncier leur permettant de cultiver.

Ces stratégies, même si elles sont souvent efficaces pour des chocs isolés, semblent toutefois insuffisantes pour faire face à une accumulation de chocs, comme par exemple sécheresse et épizootie (comme au début des années 80) ou une succession d'années sèches. Ces limites à la

---

<sup>10</sup> Véronique Barraud, Ousman Mahamat Saleh et Didier Mamis : l'élevage transhumant au Tchad Oriental, s/d.

résilience des systèmes d'élevage sont à considérer à la lumière des modèles climatiques, qui prévoient une augmentation de la fréquence des événements extrêmes.

#### **d. Adaptation des systèmes d'élevage aux changements continus**

Il est difficile de savoir de quelle façon les systèmes d'élevage vont s'adapter aux changements du climat, vu les incertitudes sur l'évolution des précipitations. On peut faire deux hypothèses :

##### ▪ Hypothèse de l'augmentation des précipitations

Si les précipitations augmentent, comme cela est prévu par un certain nombre de modèles climatiques, il est possible que les activités pastorales, qui se sont déplacées au cours des décennies récentes vers les régions méridionales plus humides, remontent vers les zones sahéennes et sahariennes.

- Les dromadaires, en particulier, qui tolèrent mal l'excès d'humidité, pourraient se concentrer à nouveau dans les régions du nord du pays.
- L'augmentation de l'humidité pourrait aussi avoir un impact sur les insectes, obligeant les éleveurs de bovins, qui actuellement restent dans le Batha en saison des pluies, à remonter au Nord du fleuve Batha pour échapper à leur pression et aux maladies associées.

Ce déplacement de l'élevage pastoral vers le Nord du pays pourrait diminuer la pression dans les zones méridionales, diminuant ainsi les risques de conflits entre agriculteurs et éleveurs. Mais il est possible aussi que la remontée des isohyètes favorise également le déplacement des cultures vers le nord, ce qui amènerait à déplacer en fait les zones de confrontations entre éleveurs et agriculteurs

Toutefois, davantage que la moyenne pluviométrique, c'est la répartition des précipitations dans le temps qui sera l'élément clé des évolutions des systèmes agricoles et pastoraux. En effet, une même moyenne pluviométrique peut être répartie de façon assez homogène sur un grand nombre de jours, ou au contraire être concentrée sur des épisodes pluvieux ponctuels mais très violents. Ce n'est que dans le premier cas que les pluies pourront permettre un cycle cultural et donc une éventuelle progression des cultures vers le nord. Le nombre de jours de pluies utiles, l'intensité des précipitations, les dates de démarrage et de fin de la saison des pluies sont autant d'éléments qui influenceront les dynamiques des écosystèmes pastoraux, les disponibilités en ressources hydriques ainsi que les stratégies de transhumance des éleveurs.

##### ▪ Hypothèse de la diminution des précipitations

Il est difficile de prévoir les impacts d'une diminution des précipitations sur les ressources hydriques et pastorales, tant cela dépend de l'importance de cette variation et de la façon dont elle se produira. Les écosystèmes sahéens ont prouvé par le passé leur résilience à des conditions climatiques adverses, notamment par leur capacité de régénération lorsque les précipitations se sont normalisées après une longue série d'années sèches à très sèches (cf. Encadré 6). Toutefois, il est fort probable qu'une réduction importante et continue des précipitations se traduirait par une réduction irréversible de la biomasse fourragère.

Il faut cependant considérer que la mobilité permet aux systèmes d'élevage d'adapter la charge animale aux ressources fourragères disponibles, ce qui limite le risque de cercle vicieux de type « réduction des fourrages → surpâturage → accélération de la dégradation et désertification ». Il est probable que la diminution des précipitations se traduirait par le renforcement des tendances qui ont été à l'œuvre à partir des années 70 et 80, à savoir des séjours prolongés dans le sud et une évolution vers des systèmes agro-pastoraux.

### **3.4. Conclusions : vulnérabilité et adaptation des systèmes d'élevage au changement climatique**

Les différents systèmes d'élevage présentent des résiliences variées aux évolutions en cours et notamment aux changements climatiques. Mais même les systèmes d'élevage mobiles, a priori les plus résilients, risquent d'être fortement impactés par les changements climatiques attendus, en particulier par les aléas climatiques exceptionnels tels que les sécheresses. Une plus grande fréquence de ces aléas pourrait en effet dépasser les capacités des éleveurs à y faire face. Il est donc important de définir des politiques publiques qui viennent renforcer la capacité d'adaptation des systèmes d'élevage, non seulement aux conséquences attendues du changement climatique, mais aussi à l'ensemble des facteurs qui peuvent affecter leur durabilité.

## 4. Les politiques d'adaptation au changement climatique

### Résumé de ce chapitre :

Les politiques d'adaptation au changement climatique doivent avant tout réduire la vulnérabilité des systèmes d'élevage, en appuyant leurs mécanismes intrinsèques de résilience, tels que la mobilité ou les instances de concertations et de gestion des conflits. Cela demande des investissements (hydraulique pastorale, marquage de tronçons des axes de transhumance) mais aussi un cadre légal adapté, qui sécurise les différents utilisateurs des ressources naturelles et facilite les concertations.

Ces politiques doivent également faciliter la prévention et la gestion des crises liées aux chocs climatiques, qui risquent de devenir de plus en plus fréquents. Cela passe par : (i) la production d'informations pertinentes pour que les acteurs de la filière puissent adapter leurs stratégies ; (ii) la diffusion de ces informations dans des canaux efficaces contrôlés par les acteurs de la filière ; (iii) l'intervention sur les marchés pendant les crises, afin d'en limiter les impacts ; (iv) l'appui post crise à la reconstruction des économies pastorales.

Pour produire ces politiques, il est important que les pouvoirs publics favorisent les révisions des politiques sectorielles, afin que celles-ci prennent en compte l'adaptation au changement climatique. Les acteurs de la filière élevage doivent être fortement associés à la définition, puis à la mise en œuvre de ces politiques. Il faut également inclure des mécanismes de concertation interministériels afin d'éviter des initiatives contradictoires – par exemple des stratégies d'adaptation des agriculteurs qui fragilisent les éleveurs, ou vice-versa. Enfin, ces politiques doivent être traduites en priorité dans le Plan National d'Adaptation aux changements climatiques.

### 4.1. Planifier en situation d'incertitude

Les capacités d'adaptation spontanée des écosystèmes et des sociétés sont importantes, mais pas suffisantes pour répondre à l'ampleur du défi du changement climatique. Il est donc nécessaire et légitime que les pouvoirs publics interviennent au travers de politiques et des projets visant à favoriser l'adaptation au changement climatique.

Mais la connaissance des changements climatiques est encore très imparfaite. Les modèles climatiques sont insuffisamment précis, surtout à court terme et aux échelles locales, pour orienter les politiques publiques ou les choix des acteurs privés. Comme il n'est pas possible – ni nécessaire – d'attendre d'avoir une compréhension parfaite pour agir, il faut donc planifier le développement des territoires et des secteurs économiques en tenant compte de la situation d'incertitude actuelle sur les évolutions du climat.

Cette planification en situation d'incertitude doit reposer sur les principes suivants :

- L'adaptation est un processus dynamique et itératif. Il ne s'agit donc pas de définir aujourd'hui des stratégies d'adaptation pour 2100 ou même pour 2050. Il faut plutôt prévoir des stratégies pour quelques années seulement, prenant en compte le très long terme et les incertitudes associées, et les réajuster régulièrement en fonction des nouvelles informations disponibles.
- En situation d'incertitude, il est donc intéressant de privilégier les projets flexibles, c'est-à-dire les projets qui pourront s'adapter en fonction des évolutions du climat et des connaissances associées, mais aussi des autres facteurs socio-économiques tels que la démographie, les migrations, les évolutions technologiques etc. Il faut au contraire éviter les choix irréversibles ou ceux dont le coût de réversibilité serait très important.

- D'autre part, les stratégies et les projets doivent être « robustes » par rapport aux incertitudes climatiques, ce qui veut dire qu'ils doivent produire des bénéfices sur l'ensemble des climats futurs possibles. Dans la pratique, il est possible de se limiter à des scénarios climatiques contrastés (par exemple, un scénario prévoyant une aridification du climat et un autre prévoyant une augmentation des précipitations). A minima, il est essentiel de vérifier que la planification ne risque pas d'amener à une mauvaise adaptation pour certains scénarios climatiques.
- Enfin, les projets d'adaptation doivent privilégier les mesures « sans regret », c'est-à-dire celles pour lesquelles les bénéfices sont importants dans la situation présente et se justifient pleinement sans même les effets en matière d'adaptation aux changements climatiques.

Dans la pratique, les mesures à mettre en œuvre de façon prioritaire sont celles qui permettent une adaptation (i) aux impacts déjà ressentis du changement climatique ou aux impacts qui se feront sentir à court terme (par exemple, les impacts liés à l'augmentation du caractère aléatoire du climat, avec l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes) ; (ii) aux changements de long terme dont les conséquences sont potentiellement très graves ou dont les mesures d'adaptation ne produisent des effets que sur le long terme (par exemple, les conséquences des évolutions des températures et des précipitations).

## **4.2. Stratégies d'adaptation de l'élevage au changement climatique**

Les politiques publiques d'adaptation de l'élevage au changement climatique peuvent viser deux objectifs complémentaires :

- Réduire la vulnérabilité des systèmes d'élevage
- Faciliter la prévention et la gestion des crises.

### **4.2.1 Réduire la vulnérabilité des systèmes d'élevage**

Un certain nombre de facteurs de fond qui déterminent les évolutions des systèmes d'élevage continueront présents dans les années à venir : c'est le cas par exemple de l'augmentation de la population, de la demande des marchés en viande, de la densité animale ou des surfaces cultivées. Les tendances actuelles, de diminution des espaces pastoraux, de difficultés d'accès aux puits, de conflits entre agriculteurs et éleveurs risquent donc fort de se prolonger, voire de s'intensifier avec les changements climatiques. Les effets du changement climatique sur les sociétés pastorales seront d'autant plus importants que celles-ci auront été fragilisées par ces évolutions socio-économiques et agro-écologiques.

L'analyse des systèmes d'élevage a permis de mettre en évidence leurs vulnérabilités mais aussi leurs facteurs de résilience. Les politiques doivent tout d'abord participer à renforcer cette résilience en favorisant les dynamiques d'adaptation au niveau des producteurs eux-mêmes, qui ont déjà fait la preuve de leur capacité d'adaptation lors des crises climatiques des années 70 et 80. Les mesures à mettre en œuvre pour cela varient en fonction des zones climatiques, des écosystèmes et des systèmes socio-productifs. Il n'est donc pas possible de définir une seule et unique stratégie de renforcement qui serait valable pour l'ensemble du territoire.

Si on prend en compte les principes énoncés ci-dessous, on peut toutefois identifier un certain nombre de **stratégies générales**, destinée à renforcer la résilience des systèmes écologiques et sociaux face aux changements climatiques.

- En zone sahélienne et saharienne, la mobilité apparaît comme un facteur essentiel d'adaptation aux changements climatiques, à la fois « robuste » et « sans regrets ». « Sans regrets », car la mobilité favorise l'adaptation aux aléas caractéristiques du climat sahélien. Les grandes sécheresses des décennies passées nous apprennent aussi que les systèmes d'élevage mobiles sont ceux qui ont le mieux résisté aux aléas exceptionnels, lesquels vont probablement devenir de plus en plus fréquents. « Robuste », car la mobilité permet aux éleveurs de s'adapter aussi bien à une aridification du climat, en modifiant les lieux et la durée du séjour au Sud, qu'à une augmentation de la pluviométrie, en séjournant plus longtemps au Nord. Au contraire, la sédentarisation apparaît comme une situation à éviter. Non seulement les éleveurs sédentaires sont plus sensibles aux aléas climatiques exceptionnels que les transhumants, mais la sédentarisation devient irréversible lorsqu'elle se prolonge, les éleveurs n'ayant plus les connaissances ni le capital social indispensable pour pratiquer un élevage mobile.
- En zone soudanienne, le climat et la production de biomasse sont moins aléatoires et la mobilité n'est pas le facteur principal d'adaptation pour les systèmes d'élevage. D'autres stratégies d'adaptation peuvent être mises en œuvre, basées sur l'augmentation de la production fourragère, à condition de permettre de gérer convenablement les variations intra et inter-annuelles, qui risquent d'augmenter avec les changements climatiques. Cela peut passer par la culture et la conservation de fourrages, mais aussi par une meilleure valorisation des résidus de récolte. L'intensification doit aussi concerner les systèmes de culture, afin d'éviter que ceux-ci n'occupent les zones d'élevage et d'augmenter les sous-produits disponibles pour les animaux. Les stratégies d'intensification, basées sur une forte intégration agriculture-élevage et une meilleure gestion de la fertilité, apparaissent également comme des stratégies « robustes » et « sans regrets », à condition de conserver une forte biodiversité et de promouvoir une gestion intégrée des ressources naturelles.
- De façon plus générale, il apparaît essentiel de renforcer les mécanismes de concertation et de dialogue entre agriculteurs et éleveurs. En effet, les complémentarités entre agriculteurs et éleveurs, du point de vue de la production et des espaces exploités, tendent à se restreindre. Quelles que soient les évolutions climatiques, elles risquent d'accentuer la compétition pour l'accès à certaines ressources telles que les points d'eau et les bas-fonds, limitant la capacité d'adaptation des systèmes d'élevage et provoquant des conflits entre agriculteurs et éleveurs. La mise en place de mécanismes de concertation, destinés à favoriser la gestion partagée des ressources naturelles, à prévenir et gérer les conflits, apparaît également comme une stratégie « robuste » et « sans regrets ». Pour être efficaces, ces mécanismes doivent pouvoir s'appuyer sur une législation qui garantisse de façon claire les droits des différents utilisateurs des ressources naturelles et du foncier.

#### 4.2.2 Faciliter la prévention et la gestion des crises

Les changements climatiques prévus sur le long terme – augmentation des températures, variation des précipitations - ne vont pas se manifester de façon très claire au cours des années à venir, car ces changements ne sont pas linéaires et sont difficiles à distinguer de la variabilité naturelle du climat. Ce qui est probable, c'est que les éleveurs devront surtout faire face à court terme à l'augmentation des chocs climatiques, face auxquels la résilience des systèmes d'élevage est assez limitée. Il est donc essentiel de favoriser la prévention et la gestion de ces chocs.

La prévention des crises dépend en grande partie de la diffusion d'informations pertinentes aux éleveurs afin que ceux-ci puissent adapter rapidement leurs stratégies. En effet, l'analyse des crises passées a montré que les éleveurs qui avaient pu prendre des décisions rapides avaient été moins

impactés que ceux qui avaient modifié leur stratégie tardivement. C'est tout l'intérêt des systèmes d'information et des systèmes d'alerte précoce, à condition que ceux-ci produisent des informations utiles aux éleveurs et que des canaux de diffusion efficaces soient organisés.

Lors de crises graves, les éleveurs vendent souvent une partie de leur troupeau. Cela permet de limiter les besoins alimentaires du troupeau et d'obtenir l'argent nécessaire à l'achat d'aliments pour nourrir un nombre d'animaux limité, mais suffisant pour reconstituer le troupeau et continuer à vivre de l'élevage. Toutefois, ces stratégies sont peu efficaces lorsque le prix des animaux chute fortement et que les aliments pour le bétail sont introuvables, ou bien à des prix trop élevés pour que les éleveurs puissent en acheter. C'est là que des stratégies destinées à corriger ces déficiences des marchés pourraient être utiles (i) en favorisant l'écoulement des animaux (exportation, abattage, transformation) ; (ii) en facilitant l'approvisionnement en aliments du bétail (importations, distribution).

Enfin, après les crises, il faut aider les économies pastorales à se reconstruire. Cela pose en particulier la question de la reconstitution du troupeau : les éleveurs qui n'ont pas réussi à conserver un nombre d'animaux suffisants doivent souvent se sédentariser en attendant d'avoir assez d'animaux pour pouvoir transhumer à nouveau. Les mécanismes d'aide d'urgence, qui se contentent souvent de fournir une aide alimentaire ou de faciliter l'accès aux intrants agricoles, pourraient inclure des systèmes de confiage animal qui limiteraient les risques de sédentarisation des éleveurs.

### **4.3. Les mécanismes d'intervention de l'Etat**

Les interventions de l'Etat peuvent prendre différentes formes : (i) la production et la diffusion d'informations ; (ii) la réalisation d'investissements publics ; (iii) le renforcement du cadre légal ; (iv) l'adaptation du fonctionnement des institutions.

#### **4.3.1 Favoriser la production et la diffusion d'informations**

L'Etat doit favoriser la production et la mise à disposition d'informations concernant les changements climatiques, leurs impacts et les moyens de s'y adapter. Les centres de recherche (Institut National de Recherche en Elevage pour le Développement, ex-Laboratoire de Recherches Vétérinaires et zootechniques de Farcha, INRAT, Centre Agrhymet) ont un rôle important à jouer pour produire ces informations. Elles doivent être mises à disposition des éleveurs et des autres acteurs de la filière, afin que ceux-ci puissent les utiliser au moment de prendre leurs décisions. Elles doivent aussi être diffusées au sein des services de l'Etat, de façon à ce que ceux-ci puissent intégrer l'adaptation au changement climatique dans la planification des politiques, stratégies et actions de développement.

Concernant la production de connaissance, un des enjeux fondamentaux est de produire des connaissances utiles pour les prises de décision. Par exemple, les systèmes d'information et d'alerte précoce doivent être en mesure de fournir aux éleveurs des indicateurs climatiques utiles pour les prises de décision concernant la gestion de la mobilité et du troupeau. Pour les services de l'Etat, ils doivent fournir des indicateurs leur permettant d'identifier les risques de crises et de prendre les décisions d'intervention.

La diffusion de connaissances auprès des acteurs de la filière est également un enjeu essentiel. L'analyse des politiques passées montre qu'il s'agit là d'un maillon faible des systèmes lorsque l'Etat veut mettre en place des canaux de diffusion parallèles à ceux habituellement utilisés par les éleveurs. En effet, les éleveurs disposent de moyens variés d'obtenir les informations qui leur servent à prendre des décisions. Par exemple, pour ce qui est des disponibilités en eau et pâturages,

les éleveurs s'appuient sur leurs observations personnelles et leur connaissance des milieux, sur des personnes envoyées en reconnaissance, mais aussi sur un réseau d'échange d'informations (personnes rencontrées, notamment sur les marchés, téléphones portables, etc.). Ce sont ces réseaux qu'il convient d'alimenter avec les informations pertinentes.

#### 4.3.2 Réaliser des investissements publics

Les investissements publics pourraient se concentrer dans les domaines suivants :

- Les infrastructures favorisant la mobilité : elles permettent aux éleveurs de se déplacer vers les zones où les pâturages sont disponibles. Ce sont notamment les points d'eau et le marquage des axes de transhumance ;
- Les infrastructures favorisant le fonctionnement des marchés : marchés, aires d'abattages, magasins de stockage des aliments de bétail, pistes rurales etc. ;
- La préservation de la biodiversité : il s'agit non seulement de préserver la biodiversité sauvage, afin de favoriser l'adaptation des écosystèmes, mais également la biodiversité domestique – notamment les différentes races animales – laquelle aura un rôle important dans l'adaptation des systèmes productifs.

#### 4.3.3 Renforcer le cadre légal

Bien que la coutume fixe un certain nombre de règles qui permettent aux différents groupes sociaux de vivre en bonne entente et de régler les conflits, les évolutions récentes du contexte – croissance démographique, pression accrue sur certaines ressources naturelles et sur le foncier – rendent nécessaires une évolution de ces règles et du cadre légal afin de favoriser les adaptations des systèmes ruraux. Nombreuses sont les stratégies d'adaptation des éleveurs ou des agriculteurs aux aléas climatiques qui demandent une clarification des règles d'accès aux ressources naturelles et au foncier :

- Les agriculteurs développent des cultures de contre-saison aux abords des mares, des rivières ou des ouaddis et dans les bas-fonds, qui sont des lieux importants d'accès à l'eau et aux fourrages pour les éleveurs ;
- Les agriculteurs convoitent les zones de stationnement des animaux, à cause de la fertilité accumulée sous l'effet de la fumure animale ;
- Les agro-pasteurs cultivent des parcelles dans leurs « terroirs d'accueil », mais n'ont sur celles-ci qu'un droit précaire, alors même que les familles y ont fondé des villages et que seuls certains membres transhument avec le troupeau ;
- Les éleveurs s'adaptent aux changements du début ou de la fin de la saison des pluies en modifiant les dates de transhumance, ce qui les amène à passer dans des zones cultivées alors que les cultures viennent d'être semées ou n'ont pas encore été récoltées.

La législation – code foncier et code pastoral – doit clarifier les droits des éleveurs sur les ressources naturelles (eau, pâturages, foncier) et définir des règles d'utilisation des ressources partagées. Il doit aussi définir les cadres de concertation entre agriculteurs et éleveurs, au sein desquels ceux-ci pourront définir localement des mécanismes de gestion partagée des ressources naturelles et gérer les conflits.



#### 4.3.4 Adapter le fonctionnement des institutions

L'adaptation des systèmes d'élevage aux changements climatiques demande la mise en place de mécanismes de planification concertée à différentes échelles territoriales.

- D'un côté, elle implique des choix en matière d'investissement et des mécanismes de concertation qui sont à définir à l'échelle locale. C'est le cas notamment pour les espaces de concertation et de dialogue entre acteurs, qui doivent permettre de produire des arrangements équilibrés entre les différentes parties prenantes, pour les mécanismes de gestion des conflits ou pour l'aménagement des ressources en eau.
- De l'autre, elle demande aussi une coordination entre les territoires, afin de garantir une mise en cohérence des investissements avec les dynamiques qui ne peuvent s'appréhender qu'à une échelle plus large. C'est le cas pour les investissements qui favorisent la mobilité des transhumants, comme la réalisation de puits pastoraux ou la délimitation de certaines parties des chemins de transhumance.

La mise en cohérence doit aussi se faire entre les différents ministères – en particulier ceux de l'agriculture et de l'élevage – et les organisations internationales, afin d'éviter que des initiatives contradictoires soient prises par plusieurs organisations qui décident de s'attaquer de manière non concertée à l'adaptation au changement climatique. C'est le cas, par exemple, lorsque des projets s'attaquent à la vulnérabilité des agriculteurs en favorisant les cultures de contre-saison sans prendre en compte les usages pastoraux des zones concernées.

#### **4.4. Conclusions : quelles politiques publiques pour favoriser l'adaptation de l'élevage aux changements climatiques ?**

La définition et la mise en œuvre des politiques publiques dans le domaine de l'élevage fait face à de nombreux défis, auxquels les institutions nationales doivent se préparer :

- Le changement climatique va impacter sur les dynamiques en cours en zones rurales, provoquant des changements de comportement adaptatifs de la part des différents acteurs. L'Etat ne peut se contenter de laisser les acteurs prendre les décisions et d'en gérer les éventuelles conséquences en termes économiques et sociaux (pertes d'activités, crises, conflits). Il doit intervenir préventivement, à la fois en fournissant aux acteurs des informations qui leur permettent de prendre les meilleures décisions, mais aussi en définissant le cadre légal qui permettra de sécuriser les stratégies d'adaptation des différents acteurs et d'éviter une explosion des conflits.
- L'incertitude quant aux évolutions climatiques n'empêche pas de définir des politiques d'adaptation. Les incertitudes doivent favoriser des politiques qui soient à la fois flexibles – de façon à être modifiées en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques – robustes – c'est-à-dire qu'elle permettent l'adaptation à des scénarios climatiques très contrastés – et sans regret – elles ont des effets positifs indépendamment de l'adaptation aux changements climatiques.
- Les politiques sectorielles doivent également être mieux coordonnées entre elles, afin d'éviter des initiatives contradictoires qui résultent au mieux en un gaspillage d'argent public, et au pire en des situations de « mauvaise adaptation » pour les populations ou les secteurs qui n'ont pas été pris en compte lors de la planification.
- Enfin, même si cela peut paraître une évidence, il n'est pas inutile de rappeler que les acteurs économiques des filières – les éleveurs, les agriculteurs, les agro-pasteurs, les commerçants, etc. – sont les bénéficiaires des politiques rurales. Les associer à la définition

des politiques n'est pas simplement une façon de garantir que ces politiques seront adaptées aux réalités de terrain et aux besoins des éleveurs ; c'est également un moyen de favoriser leur participation à la mise en œuvre efficace de ces politiques.

- De nombreuses expériences ont été menées ces dernières années au Tchad en appui au secteur de l'élevage et plusieurs d'entre elles ont déjà fait l'objet de capitalisations. L'analyse de ces expériences à l'aune du changement climatique (leurs résultats sont-ils résilients aux changements climatiques ? Ces projets favorisent-ils l'adaptation aux changements climatiques ?) pourrait fournir des indications importantes sur les projets à privilégier et à inscrire dans le PANA.

## 5. Elevage et émissions de gaz à effet de serre

### Résumé de ce chapitre :

L'élevage est, avec l'agriculture, une des principales sources d'émissions de gaz à effet de serre du Tchad. Les ruminants émettent du méthane lors de la digestion des fourrages et les phénomènes de surpâturage, qui diminuent le carbone stocké dans la biomasse et les sols, peuvent être des sources importantes d'émission de CO<sub>2</sub>. Toutefois, l'importance des émissions de carbone dues au surpâturage sont difficiles à quantifier : d'un côté, la biomasse des écosystèmes sahéliens est très dépendante des conditions climatiques, ce qui masque les effets à long terme des animaux sur l'environnement ; d'autre part, il est souvent difficile de distinguer les changements d'affectation des terres ou les dégradations dues à l'élevage de celles dues à l'agriculture.

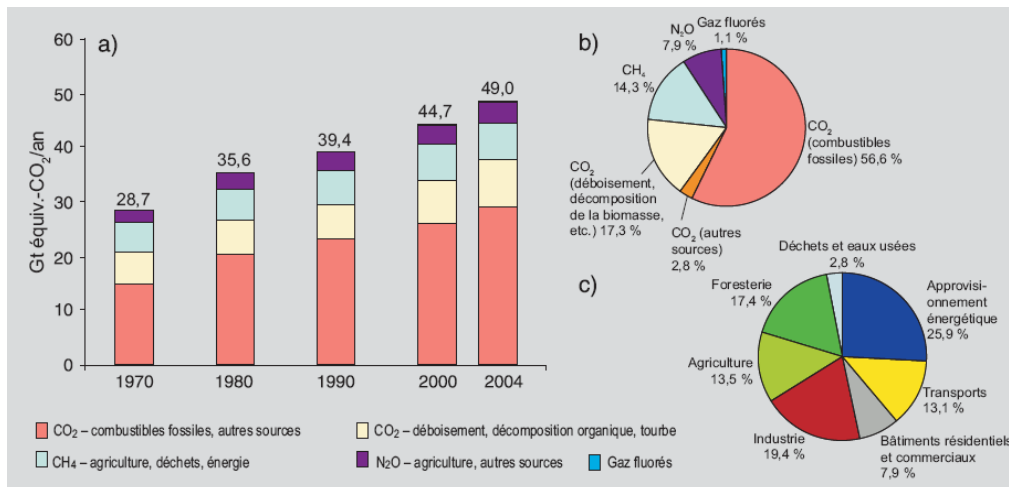
C'est toutefois le stockage du carbone dans la biomasse et les sols qui présente le plus fort potentiel d'atténuation. En effet, la réduction des émissions de méthane paraît limitée pour des systèmes d'élevage basés quasi exclusivement sur l'exploitation des importantes ressources en pâturages du pays. En contrepartie, le faible taux de fixation du carbone à l'hectare dans les savanes sèches tropicales est compensé par l'importance des surfaces concernées.

La séquestration de carbone dans les savanes dépend d'une bonne adéquation entre la charge animale et les ressources naturelles. Les recherches montrent que ce sont surtout les pressions fortes et continues des animaux sur les ressources fourragères qui provoquent les phénomènes de surpâturage. Pour favoriser la gestion durable de ces savanes et le stockage du carbone, il faut donc éviter la sédentarisation des éleveurs et favoriser au contraire la mobilité des troupeaux.

### **5.1. Panorama des émissions de gaz à effet de serre au Tchad et dans le monde**

Les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) ont atteint, selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), 49 Gt d'équivalent CO<sub>2</sub> en 2004. Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) constitue les  $\frac{3}{4}$  de ces émissions, contre 14% pour le méthane (CH<sub>4</sub>) et 8% pour l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). La comptabilité des émissions de GES utilisée par la convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) comprend 5 grands secteurs : énergie, industrie, agriculture, utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UCATF) et déchets. L'énergie est, mondialement, le secteur prédominant, avec près de 47% des émissions, suivi de l'industrie (19%), de l'UCATF (17%) et de l'agriculture (14%) (voir Figure 8).

Figure 8: Les émissions de GES dans le monde en 2004



(a) Émissions annuelles de GES anthropiques dans le monde, 1970-2004; (b) Parts respectives des différents GES anthropiques dans les émissions totales de 2004, en équivalent-CO<sub>2</sub>. (c) Contribution des différents secteurs aux émissions totales de GES anthropiques en 2004, en équivalent-CO<sub>2</sub>.

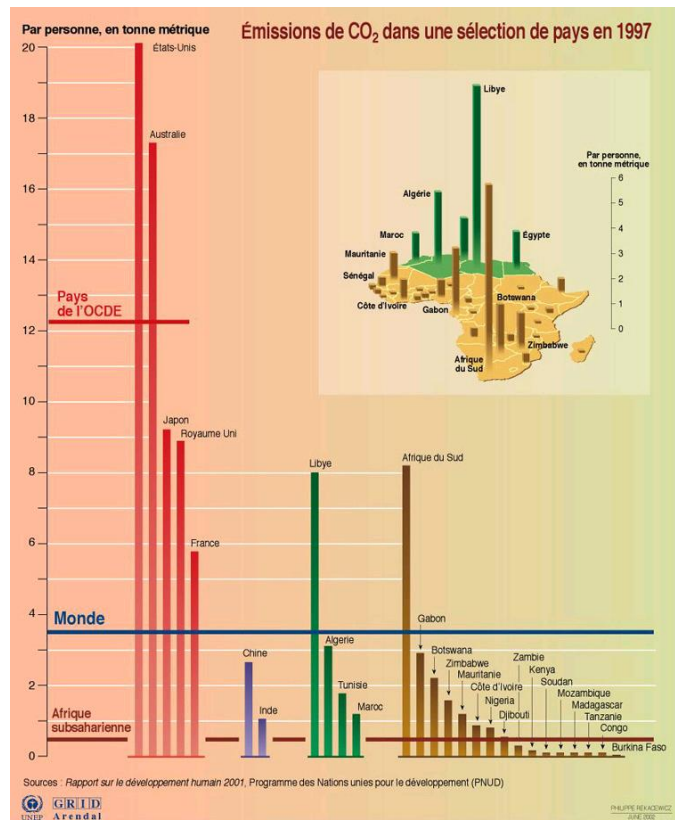
Source : GIEC : Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, 2007.

**Tous les pays ne contribuent pas de la même façon aux émissions de GES.**

Aujourd'hui encore, malgré l'importance croissante des pays émergents (et notamment de la Chine, qui a depuis peu remplacé les États-Unis comme principal pays émetteur de GES), les pays développés restent les principaux responsables du réchauffement climatique. L'Afrique n'émet que 1,2 Gt de CO<sub>2</sub>, soit à peine 4% du total mondial. Parmi les 25 pays responsables de 83% des émissions, un seul est africain : l'Afrique du Sud.

Les différences entre les pays sont encore plus criantes si l'on considère les émissions par habitant. L'État du Texas, peuplé de seulement 23 millions d'habitants, affiche des émissions de CO<sub>2</sub> supérieures à l'ensemble de l'Afrique subsaharienne, qui est peuplée de 690 millions d'individus !<sup>11</sup> L'ensemble des pays africains, à l'exception de la Libye et de l'Afrique du Sud, ont des émissions par habitant inférieures à la moyenne mondiale (voir Figure 9).

Figure 9 : les taux d'émissions par personne en Afrique, en comparaison avec les émissions d'autres pays



Source : <http://www.grida.no/publications/vg/africa-fr/page/3147.aspx>

<sup>11</sup> PNUD Rapport mondial sur le développement humain 2007/2008 La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé.

Le Tchad, selon la communication nationale initiale faite à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques en 2001<sup>12</sup>, était en 1993 puits net de carbone, avec une séquestration estimée à environ 35.000 Gg Equivalent CO<sub>2</sub>. Ce résultat est dû au bilan positif du secteur forestier, qui permet de compenser les émissions des autres secteurs (environ 32 Gg Equivalent CO<sub>2</sub>, soit 0,08% des émissions mondiales !)

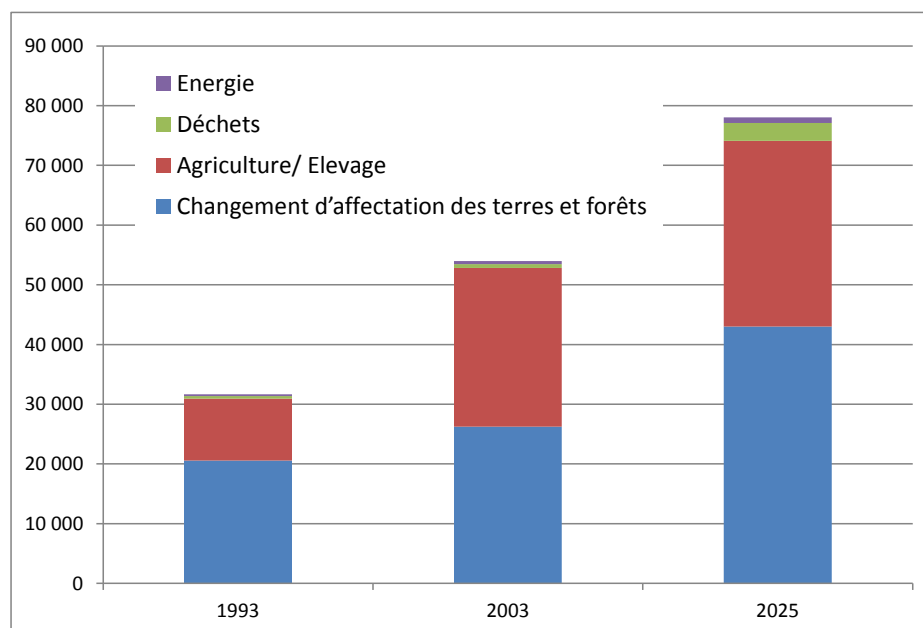
**Tableau 2 : Proportion d'émission et de séquestration des différents secteurs au Tchad**

Secteurs	Emissions		Séquestration		Bilan GgEqCO <sub>2</sub>
	GgEqCO <sub>2</sub>	%	GgEqCO <sub>2</sub>	%	
Changement d'affectation des terres et forêts	20 566	65%	66 674	100%	
Agriculture/ Elevage	10 387	33%	0	0%	
Déchets	412	1%	0	0%	
Energie	310	1%	0	0%	
<b>Total</b>	<b>31 675</b>	<b>100%</b>	<b>66 674</b>	<b>100%</b>	<b>34 999</b>

Source : communication nationale initiale faite à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Année base : 1993

Les experts tchadiens ont également réalisé des estimations de l'évolution des émissions de GES, qui prévoient une augmentation importante des émissions entre 1993 et 2025, liée essentiellement à l'augmentation de la population et des activités agropastorales.

**Graphique 9 : estimations des émissions de GES du Tchad par secteur pour 1993, 2003 et 2025**



Source : communication nationale initiale faite à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

Selon ces estimations, les émissions de GES ont déjà dépassé le potentiel de séquestration des forêts et le Tchad est un émetteur net de carbone. Ces données doivent toutefois être prises avec

<sup>12</sup> <http://unfccc.int/resource/docs/natc/chanc1.pdf>. Les données sont calculées pour l'année de 1993 en fonction des informations disponibles pour l'ensemble des secteurs.

précautions, car les informations de base nécessaires au bilan des GES sont largement manquantes au Tchad. Il faut également noter que les émissions liées au secteur pétrolier ne sont pas prises en compte dans ce bilan, le total des émissions des secteurs « énergie, transport et industrie » étant estimé à seulement 1% des émissions tchadiennes.

**Tableau 3 : Projections des émissions et séquestration des GES à l'horizon 2003 et 2025**

Secteur	1993		2003		2025	
	GgECO2	%	GgECO2	%	GgECO2	%
Changement d'affectation des terres et forêts	20 566	65%	26 227	49%	42 995	55%
Agriculture/ Elevage	10 387	33%	26 614	49%	31 135	40%
Déchets	412	1%	620	1%	2 964	4%
Energie	310	1%	511	1%	964	1%
<b>Total émissions</b>	<b>31 675</b>	<b>100%</b>	<b>53 972</b>	<b>100%</b>	<b>78 057</b>	<b>100%</b>
Changement d'affectation des terres et forêts	66 674		61 238		57 361	
<b>Total séquestrations</b>	<b>66 674</b>		<b>61 238</b>		<b>57 361</b>	
<b>Bilan</b>	<b>34 999</b>		<b>7 266</b>		<b>-20 697</b>	

Source : communication nationale initiale faite à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

La quasi-totalité des émissions de GES tchadiennes provient du secteur primaire, c'est-à-dire de l'agriculture, de l'élevage et du changement d'affectation des terres. L'analyse détaillée du secteur agriculture/élevage montre l'importance du rôle des émissions de CH<sub>4</sub> par les animaux, qui représentent près de la moitié des émissions du secteur.

**Tableau 4 : Emission des GES du secteur Agriculture/Elevage**

Sous modules	Emissions en GgECO2	%
Emission CH <sub>4</sub> animaux	4 939	48%
Incinération des savanes	3 749	36%
Résidus agricole	15	0%
Terres agricoles	3	0%
CH <sub>4</sub> du riz	1 680	16%
<b>Total</b>	<b>10 387</b>	<b>100%</b>

Source : communication nationale initiale faite à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

## 5.2. Les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage

### 5.2.1 Les différentes sources d'émissions de GES

La FAO a produit en 2006 un rapport<sup>13</sup> qui analyse impacts environnementaux de l'élevage et les options pour leur atténuation. Ce rapport montre l'importance de l'élevage dans les émissions de

<sup>13</sup> L'ombre portée de l'élevage, FAO 2006. <http://www.fao.org/docrep/012/a0701f/a0701f00.htm>

GES, qui correspondraient à 18% des émissions mondiales de GES et pourraient croître dans les prochaines années sous l'effet de la demande croissante en produits carnés.

Pour arriver à ce résultat, la FAO prend en compte l'ensemble des émissions de la filière, directes et indirectes, depuis la conversion des terres jusqu'à la transformation et au transport des produits.<sup>14</sup> Ces données incluent en particulier l'ensemble des GES émis pour produire l'alimentation animale, par exemple le soja d'Amérique du Sud alimentant les élevages européens.

A chaque système d'élevage correspond une utilisation des ressources naturelles, des modes d'alimentation et de commercialisation qui ont des effets différenciés en matière d'émissions de GES. Les principales sources d'émission de GES par l'élevage, ainsi que leur importance pour les systèmes d'élevage tchadiens, sont synthétisées dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 5 : Les principales sources d'émission de CO2 par l'élevage et leur importance pour les systèmes d'élevage tchadien**

Sources d'émission de CO2	Importance pour les systèmes d'élevage tchadiens
La combustion du carburant fossile utilisé pour la production des aliments du bétail (y compris les engrais minéraux)	Les systèmes d'élevage sont alimentés par des fourrages et pas par des produits ou sous-produits agricoles, à l'exception des systèmes d'élevage péri-urbains. Les émissions liées aux cultures destinées à produire des aliments pour le bétail sont donc négligeables
L'utilisation de carburant fossile pour la production fourragère et animale	Les systèmes d'élevage utilisent exclusivement les terres de parcours. Ces émissions sont donc également négligeables
Les changements d'affectation des terres pour la production fourragère et le pâturage	La conversion des forêts ne concerne que le sud du pays. Toutefois, il semble qu'elle soit davantage liée à l'expansion de l'agriculture qu'à la mise en place de pâturages
La dégradation des terres	La dégradation des terres de parcours est une source potentiellement très importante d'émission de GES au Tchad
L'emploi de carburant fossile pour la production et le transport des produits d'origine animale transformés et réfrigérés	Le transport et les exportations de viande se font essentiellement à pied
La respiration du bétail	D'après le Protocole de Kyoto, elle n'est pas considérée comme une source nette de CO2. En effet, les émissions issues de la respiration du bétail s'intègrent dans un cycle biologique rapide, où les substances des plantes consommées sont en partie stockées dans les tissus de l'animal en croissance, qui peut être considéré comme un puits de carbone

<sup>14</sup> Ce n'est pas le cas de la méthode définie par le GIEC pour le calcul des inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

**Tableau 6 : Les principales sources d'émission de N2O par l'élevage et leur importance pour les systèmes d'élevage tchadien**

Sources d'émission de N2O	Importance pour les systèmes d'élevage tchadiens
Azote émis par les engrais utilisés pour produire des aliments du bétail	Les systèmes d'élevage sont alimentés par des fourrages et pas par des produits ou sous-produits agricoles, à l'exception des systèmes d'élevage péri-urbains. Les émissions liées aux cultures destinées à produire des aliments pour le bétail sont donc négligeables
Azote émis par les déjections animales	Les ruminants sont nourris à base de pâturages dont la composition en matières azotée est faible. Une partie significative de l'azote excrété par les animaux réintègre le cycle de production végétale. On peut donc considérer que les pertes d'azote, et donc les émissions de N2O associées, sont négligeables

**Tableau 7 : Les principales sources d'émission de CH4 par l'élevage et leur importance pour les systèmes d'élevage tchadien**

Sources d'émission de CH4	Importance pour les systèmes d'élevage tchadiens
La fermentation entérique des ruminants	La fermentation entérique, qui provoque le rejet de méthane par les ruminants, est un des principaux postes d'émissions de GES du Tchad
L'émission de méthane due à la décomposition des engrais et aux effluents d'élevage	Les déjections animales solides sont décomposées sur les parcours de façon essentiellement aérobie ; elles produisent de faibles quantités de méthane.

Les deux principales sources d'émissions liées à l'élevage au Tchad sont donc les émissions de CO2 liées à la dégradation des pâturages et les émissions de CH4 dues à la fermentation entérique.

### 5.2.2 Les émissions de CO2 liées à la dégradation des pâturages

Selon la FAO, la perte totale de carbone consécutive à la désertification pourrait donc atteindre 18 à 28 milliards de tonnes à l'échelle mondiale. La contribution de l'élevage à cette perte de carbone est difficile à évaluer mais elle est indubitablement élevée: le secteur occupe environ les deux tiers de la surface de terres sèches de la planète et, d'après les estimations, le taux de désertification est plus élevé pour les pâturages que pour les autres utilisations des terres. Il est essentiellement dû au surpâturage.

Le surpâturage provoque souvent une baisse de la couverture végétale et une diminution de la production de biomasse. Les stocks de carbone aériens baissent tandis que la fixation du carbone se restreint. Même avec des changements faibles de la biomasse aérienne, la quantité totale de carbone du sol peut diminuer de façon importante. Si cette perte résulte en partie de l'érosion des sols, elle est surtout due au non renouvellement des stocks de matière organique en décomposition. Il y a donc alors une forte émission nette de CO2.

La question de l'impact des systèmes d'élevage sur la dégradation des écosystèmes pastoraux est récurrente, mais assez difficile à évaluer dans les zones semi-arides où les aléas climatiques sont



déterminants dans la production de biomasse. Ainsi, il est souvent difficile de savoir si certaines régressions constatées de végétation sont imputables à l'augmentation de la charge animale ou bien aux sécheresses récurrentes qui ont touché le Sahel au cours des décennies passées (cf. encadré ci-dessous).

**Encadré 8 : perception de la désertification par les populations locales**

*La désertification devient perceptible par les populations locales lorsque certaines ressources du milieu qu'elles utilisent habituellement se réduisent ou disparaissent. C'est le cas du bois de feu et du bois d'œuvre, des bonnes espèces fourragères, des produits de cueillette et autres produits non ligneux, du gibier, de l'eau et des terres.*

*Cette perception n'est pas claire si l'évolution est progressive, car on doit alors comparer des situations présentes avec des éléments mémorisés. Les régions sèches étant sujettes à de grandes variabilités climatiques, des écarts de grande amplitude peuvent masquer des tendances évolutives à long terme. À l'opposé, une crise climatique subite et forte, avec les perturbations spectaculaires qu'elle cause sur le milieu, les ressources naturelles et les populations, alerte l'opinion, parfois à l'excès, mais n'est pas forcément assimilable à la désertification si elle n'est que temporaire. Cependant, les deux épisodes de grande sécheresse des années 70 et 80 au Sahel et les importantes mortalités de bétail qui en ont résulté, ont servi de révélateurs de la forte exploitation de la végétation et des sols survenue depuis quelques décennies dans de nombreuses régions. (Source : CFSD, Pastoralisme en zone sèche. Le cas de l'Afrique subsaharienne. op. cit.)*

En outre, les terres pâturées par les animaux sont souvent des terres qui ont été cultivées au préalable. En effet, la gestion de la fertilité des terres par les agriculteurs les amènent souvent à défricher des terres et, au bout de quelques années de culture, à les laisser en jachère souvent appréciée par les animaux pour ses ressources fourragères. Il est donc difficile de connaître les rôles respectifs de l'élevage et de l'agriculture dans les phénomènes d'érosion ou dégradation de la biomasse.

1. Quel sont les impacts du bétail sur l'environnement ?

Les troupeaux impactent la densité et la structure de la végétation, c'est-à-dire la répartition entre les différents types de plantes (herbacées annuelles, herbacées pérennes, ligneux).

En ce qui concerne les plantes herbacées annuelles, l'exploitation complète de la ressource par le bétail n'a pas d'impact sur la ressource, puisque celle-ci se recompose l'année suivante grâce aux graines disséminées qui sont peu altérées par le pâturage. Le cas des graminées pérennes est différent, puisqu'un pâturage excessif peut empêcher la formation des organes reproducteurs et limiter la dissémination des plantes. Pour les arbres fourragers, les effets de l'élevage se font sentir de façon différente en zone sahélienne et en zone soudanienne : en zone sèche, le broutage des jeunes plants empêche leur développement et réduit la régénération de la couverture ligneuse, alors qu'en zone humide, la pression sur les graminées favorise le développement des ligneux et aboutit souvent à un processus « d'embroussaillage ».

Il faut toutefois noter que les plantes fourragères africaines sont issues d'une co-évolution très ancienne avec les animaux herbivores, qui leur a permis de s'adapter à la pression du pâturage. Certaines plantes possèdent ainsi des défenses (épines, substance toxiques) qui évitent que les animaux broutent les organes reproducteurs avant que les graines ne soient mûres. D'autres possèdent des mécanismes biologiques (régénération à la base de la plante, tallage latéral, reproduction végétative) permettant leur régénération. De plus, les animaux ont également un impact positif sur la végétation, notamment en favorisant la dissémination et la germination des semences des plantes fourragères qui sont rejetées dans les déjections.

Les effets des animaux sur les sols sont complexes et dépendent fortement du type de sol. Sur les sols limoneux et argileux, le piétinement des animaux peut provoquer une compactation du sol qui est préjudiciable au développement des plantes. Sur les sols limoneux, sensibles à l'encroûtement,

le piétinement brise la croûte et augmente la rugosité de la surface du sol. Le bris de la croûte et la rugosité qui résulte du piétinement facilitent l'infiltration en saison des pluies mais aussi l'érosion éolienne en saison sèche. Le piétinement des animaux favorise l'incorporation de la litière, des déjections et des semences.

Les déjections des animaux, riches en matière organique en partie digérée et en minéraux (notamment l'azote et le phosphore), sont également incorporées dans la terre par les mécanismes biologiques (principalement les insectes bousiers) et participent de cette façon au cycle naturel de ces éléments.

## 2. Que nous apprennent les analyses d'impact environnemental de l'élevage réalisées au Sahel ?

Les zones les plus susceptibles au surpâturage sont celles où se concentre une grande quantité d'animaux, comme les aires pastorales, les axes de passage des animaux ou les points d'eau. Deux études, l'une menée au Niger dans le cadre du projet de sécurisation des systèmes pastoraux de la région de Zinder, et l'autre au Tchad central dans le cadre du projet Almy al Afia, ont permis de tirer les conclusions suivantes :<sup>15</sup>

Sur les aires pastorales, l'impact à court terme des fortes pressions de pâture en saison des pluies explique les faibles masses herbacées sur pied observées en fin d'hivernage. Les impacts sur les peuplements ligneux sont contradictoires, une bonne régénération est observée pour des espèces dont la dispersion des semences est favorisée par le bétail, d'autres se régénèrent mal. Des effets négatifs à plus long terme sur les sols et la productivité des parcours sont rarement observés et correspondent aux sites où il y a sédentarisation de l'élevage.

Sur les axes de passage du bétail, malgré une pression de pâture qui peut être localement forte, l'érosion des sols est modérée. Certes le piétinement favorise la déflation éolienne mais son impact reste local. La composition de la strate herbacée est très marquée par la dominance d'espèces dont la dispersion est favorisée par le bétail et d'espèces nitrophiles. Il y a des espèces appâtées et des refus fourragers dont la masse contribue à réduire les risques d'érosion. Enfin la densité des buissons et jeunes arbres n'est pas affectée par la charge, elle est même souvent favorisée au profit des espèces dont la dispersion des semences est en partie assurée par le bétail.

La proximité des points d'eau n'a qu'un effet limité à long terme sur la composition et la structure de la strate herbacée, si l'on excepte les premières centaines de mètres autour du point d'eau soumis à un piétinement intense et à un dépôt d'excréments du bétail important. Au-delà, l'influence des animaux se traduit plutôt par l'augmentation des espèces bien adaptées à la pâture de saison des pluies et dont la dispersion des semences est souvent favorisée par le bétail. Pour les herbacées pérennes et les ligneux, l'intensité de la fréquentation par le bétail tend à favoriser la densité des peuplements d'espèces propagées par le bétail, en particulier *Acacia tortilis* et *Balanites aegyptiaca*.

En conclusion, les risques de surpâturage sont faibles en raison de la mobilité du bétail : les éleveurs ajustent constamment la pression de pâture aux disponibilités fourragères locales et saisonnières, afin de garantir la bonne santé des animaux, des taux de reproductions importants et la production laitière qui assure en grande partie sa sécurité alimentaire.

---

<sup>15</sup> Hiernaux P. & Bagoudou Maidaji, 2006. Projet PSSP Zinder, évaluation des risques environnementaux liés à la gestion des ressources naturelles de la Région de Zinder. Rapport de mission d'appui Iram au volet Gestion des ressources pastorales, 14 novembre – 2 décembre 2006. 63 pp ; Béchir, Ali Brahim : analyse de l'évolution des pâturages dans la zone pastorale du projet Almy al Afia II, Antea/Iram, mars 2012.

Les risques environnementaux sont essentiellement liés à une exploitation continue des ressources pastorales car les animaux, même peu nombreux, exploitent de manière sélective les espèces appréciées et tendent à les faire disparaître. Les obstacles à la mobilité ont donc des conséquences en matière de dégradation des écosystèmes. Avec la sédentarisation des troupeaux et des éleveurs, les risques environnementaux sont amplifiés à la fois par la pression continue du bétail sur les ressources fourragères locales et par les mises en cultures qui favorisent l'érosion éolienne et hydrique des sols.

### 5.2.3 Les émissions de CH<sub>4</sub> dues aux ruminants

L'élevage est la plus importante source d'émissions anthropiques de méthane dans le monde. Les ruminants (bovins, moutons, chèvres et chameaux) produisent des quantités considérables de méthane dans le cadre de leur processus normal de digestion. La fermentation microbienne, qui se produit dans le rumen, convertit les aliments fibreux en produits que l'animal peut ensuite digérer ou utiliser. Ce processus de fermentation microbienne, dénommé fermentation entérique, forme du méthane, sous-produit de la digestion, qui est ensuite exhalé par l'animal.<sup>16</sup>

Les quantités de CH<sub>4</sub> émises varient en fonction de l'animal (espèce, âge, race) et de son alimentation (quantité et qualité). Le type d'alimentation influe grandement sur la quantité de méthane produite par l'animal : lorsque les quantités ingérées augmentent et que l'alimentation est riche en concentré (donc pauvre en parois végétales) ou en acides gras polyinsaturés, les pertes d'énergie sous forme de méthane diminuent. L'intensification animale permet donc de réduire sensiblement la production de méthane par kg de lait ou de viande. En ce qui concerne les fourrages, une herbe pâturée au stade début épiaison entraîne une émission de méthane plus faible de 10% que la même herbe pâturée à un stade avancé, et donc plus riche en parois et moins digestible. Une plus grande quantité de légumineuses dans le pâturage diminuerait également la production de CH<sub>4</sub>.

### 5.3. **Le potentiel d'atténuation du secteur de l'élevage**

Pour réduire les émissions de CH<sub>4</sub> dues à la fermentation entérique, il faut améliorer la productivité et l'efficacité de l'élevage. Il s'agit davantage de réduire les émissions de méthane par unité de produit que de réduire les émissions globales. L'émission moyenne par animal et par unité de produit étant plus élevée lorsque l'alimentation est pauvre, un des moyens les plus utilisés est l'enrichissement de l'alimentation en diminuant la part des fourrages et en augmentant la part de concentrés (céréales, soja...).

Dans le contexte écologique et économique du Tchad, il n'est pas réaliste de penser à orienter l'élevage vers des systèmes intensifs à base de concentrés importés, alors que l'élevage constitue la seule façon d'exploiter rationnellement les grandes ressources fourragères du pays. Les possibilités d'améliorations reposent donc sur 3 sources différentes :

1. Renforcement de la productivité des animaux grâce à une amélioration des conditions sanitaires de l'élevage ;
2. Amélioration de l'accès aux pâturages de bonne qualité notamment lors de la saison des pluies ;
3. Supplémentation de l'alimentation des animaux en saison sèche, lorsque les ressources fourragères sont moins digestibles.

---

<sup>16</sup> L'ombre portée de l'élevage, FAO 2006. <http://www.fao.org/docrep/012/a0701f/a0701f00.htm>

Le potentiel le plus important en matière d'atténuation réside dans le stockage de carbone dans les sols et la biomasse.

Dans les écosystèmes pastoraux, le carbone stocké dans la biomasse dépend de la part des herbacées pérennes et du couvert ligneux (arbres et arbustes), qui devient significative surtout dans les savanes de la zone soudanienne. Dans la zone sahélienne plus aride, où domine la végétation herbacée annuelle, la biomasse située au-dessus du sol est limitée et la majeure partie du carbone est stockée sous le sol. Donc lorsque l'on étudie le potentiel des types de végétation des prairies à fixer le carbone, la fixation du carbone du sol constitue le principe potentiel.

Bien que le taux de séquestration du carbone soit plus faible dans les régions sèches, le potentiel de séquestration du carbone des terres sèches est considérable en raison de l'étendue de ces terres. De plus, les sols secs sont moins susceptibles de perdre du carbone que les sols humides car le manque d'eau limite la minéralisation du sol et donc le flux de carbone dans l'atmosphère. La durée de la présence du carbone dans les sols secs est ainsi parfois plus longue que dans les sols forestiers.

Les taux de fixation vont de 2.57 t CO<sub>2</sub>e/ha/an dans les savanes sèches tropicales à 12.47 tCO<sub>2</sub>e/ha/an dans les savanes tropicales humides. Il existe beaucoup d'incertitudes sur le temps nécessaire pour que les stocks de carbone du sol des prairies atteignent les niveaux de saturation, mais il est raisonnable de supposer que les sols des terres sèches sont loin d'être saturés.

L'analyse des dynamiques de dégradation des parcours montre que le stockage du carbone en zone sahélienne pourrait être augmenté de deux façons :

1. En limitant la charge animale sur les pâturages, en particulier la charge continue dans le temps qui provoque les phénomènes de dégradation les plus graves. Cela implique de favoriser la mobilité des éleveurs et de limiter autant que faire se peut les dynamiques de sédentarisation.
2. En favorisant une meilleure gestion des feux de brousse. En effet, le brûlage précoce et contrôlé réduit les risques de feux de brousse violents et leur propagation, en éliminant le sous-bois combustible à un stade d'humidité approprié, et stimule la croissance des repousses de graminées. Par contre, les feux tardifs brûlent du fourrage sans favoriser sa repousse car la teneur du sol en humidité est insuffisante, et leur répétition favorise la croissance des graminées au détriment des espèces ligneuses.

#### **5.4. Conclusions : quel potentiel d'atténuation pour le secteur de l'élevage ?**

Le potentiel d'atténuation le plus important au Tchad se trouve dans le secteur du changement d'affectation et de la dégradation des terres. L'élevage y joue un rôle important, puisque les pâturages naturels et les terrains de parcours occupent, avec 84 millions d'hectares, 65% de la superficie totale du Tchad. Si on considère un potentiel de séquestration de 2.5 t CO<sub>2</sub>e/ha/an, cela donne environ 210 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> annuellement, soit plus de 3 fois la séquestration estimée dans la communication nationale initiale du Tchad à la CCNUCC.

La séquestration de carbone dans les savanes dépend d'une bonne adéquation entre la charge animale et les ressources naturelles. Les recherches montrent que, pour favoriser la gestion durable de ces savanes et le stockage du carbone, il faut éviter la sédentarisation qui provoque des phénomènes de surpâturage, et favoriser au contraire la mobilité des troupeaux, qui permet un ajustement constant de la pression de pâture aux disponibilités fourragères locales.

## 6. Le financement climatique

### Résumé de ce chapitre :

Les financements pour le climat visent à favoriser la réduction des émissions de gaz à effet de serre (atténuation du changement climatique) et à réduire la vulnérabilité des sociétés et des écosystèmes face au changement climatique (adaptation). Ils ont été mis en place progressivement au cours des 15 dernières années et sont en permanente évolution, ce qui explique que tous ne soient pas encore fonctionnels et que leur architecture soit complexe et mal connue.

Le Tchad n'a pas d'obligation internationale d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Les financements pour l'atténuation peuvent permettre de financer des projets diminuant les émissions de GES du pays tout en ayant des co-bénéfices en matière de développement et d'adaptation au changement climatique. Toutefois, les modalités actuelles de financement de l'atténuation ne sont pas adaptées au secteur de l'élevage au Tchad. Cela pourrait néanmoins évoluer si des mécanismes de financement des intentions de réduction des émissions de gaz à effet de serre (NAMA) sont mis en place.

L'élevage doit donc cibler avant tout les financements pour l'adaptation. Les projets doivent être cohérents avec le programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques (PANA). Il apparaît donc important de réviser le PANA afin que les priorités de financement du secteur de l'élevage y soient bien incluses.

Les priorités en matière de financement du secteur de l'élevage doivent aller aux projets qui sont : (i) « robustes » et « sans regret », c'est-à-dire qu'ils apporteront des bénéfices quelles que soient les évolutions du climat ; (ii) qui favorisent à la fois l'adaptation au changement climatique et la diminution des émissions de GES. C'est le cas, par exemple, des projets qui favorisent la mobilité pastorale.

Le financement climatique désigne les ressources financières mobilisées pour aider les pays en développement dans l'atténuation et l'adaptation aux effets des changements climatiques.

### **Encadré 9 : adaptation et atténuation**

***Adaptation** : ajustement des systèmes naturels ou des systèmes humains face à un nouvel environnement ou un environnement changeant. L'adaptation aux changements climatiques indique l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'en limiter les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques. On distingue divers types d'adaptation, notamment l'adaptation anticipée et réactive, l'adaptation publique et privée, et l'adaptation autonome et planifiée.*

***Atténuation** (mitigation en anglais) : ensemble des actions visant à réduire la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère en limitant les émissions et en accroissant les capacités de stockage du carbone dans les sous-sols, la biosphère ou les océans.*

Sources : Giec : <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-fr.pdf> et Anaïs Delbosc et Christian de Perthuis : les marchés du carbone expliqués, Caring for Climate Series. Global Compact, Caisse des Dépôts et Université de Paris-Dauphine, 2009.

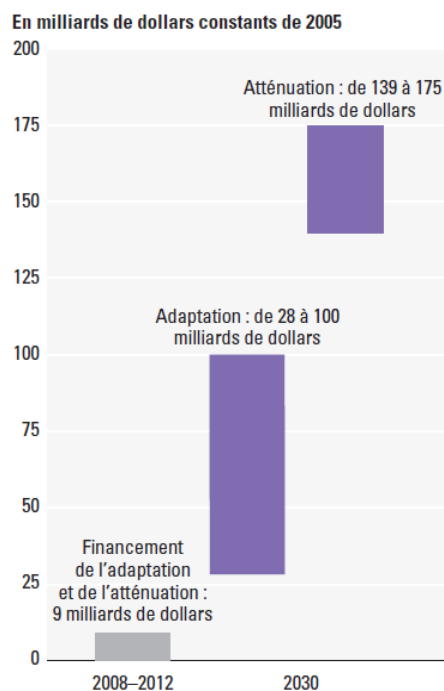
Depuis la prise de conscience des impacts présents et futurs du changement climatique, les réponses se sont davantage focalisées sur la réduction des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (l'atténuation), que sur la réduction de la vulnérabilité des sociétés et des écosystèmes face au changement climatique (l'adaptation).

### 6.1. Des financements insuffisants et une architecture complexe

Les besoins de financement pour l'atténuation et l'adaptation sont immenses. Dans les pays en développement, l'atténuation pourrait absorber de 140 à 175 milliards de dollars tous les ans au cours des vingt prochaines années. Entre 2010 et 2050, les investissements d'adaptation pourraient atteindre en moyenne 30 à 100 milliards de dollars par an. On peut comparer ces chiffres à l'aide au développement qui, actuellement, s'élève à près de 100 milliards de dollars chaque année. Pourtant, les efforts entrepris pour mobiliser des fonds pour l'atténuation et l'adaptation ont été très insuffisants, puisqu'ils représentent à peine 5 % des besoins estimés.

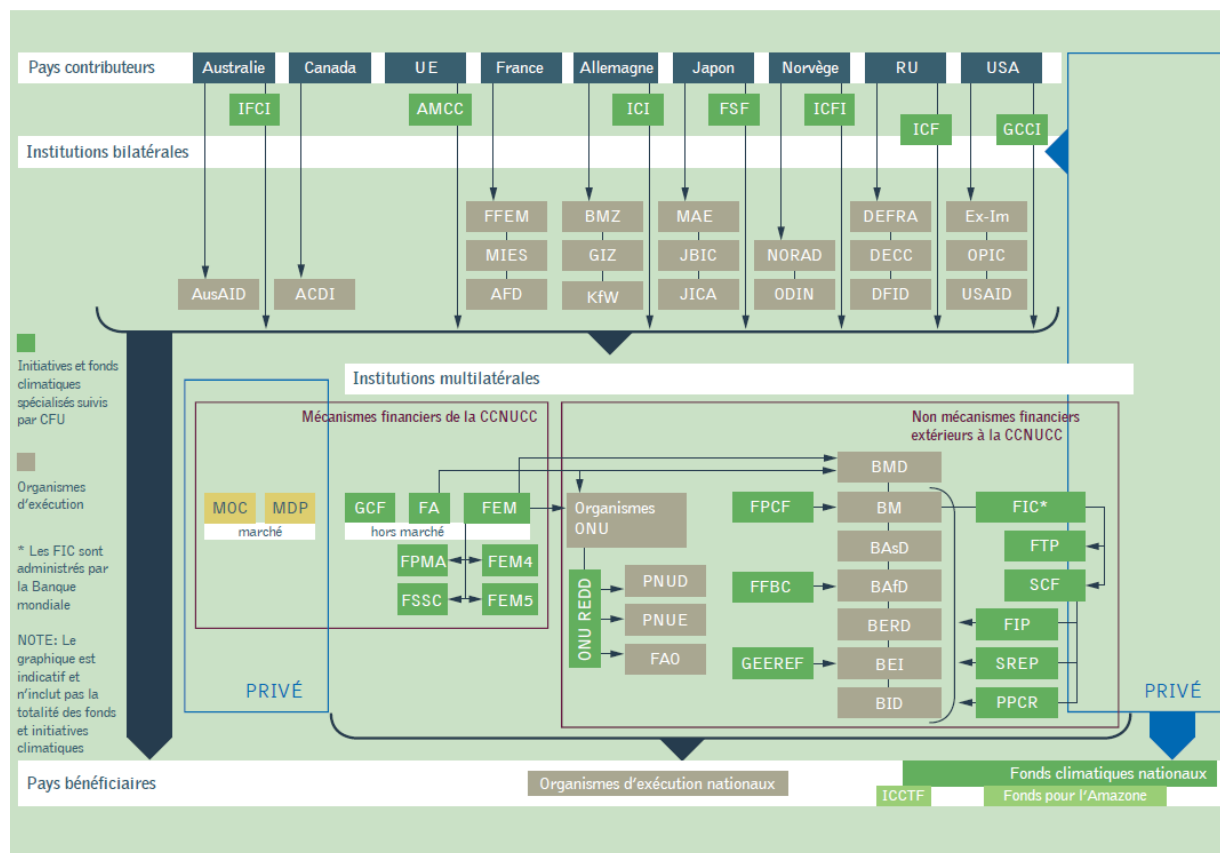
L'architecture des financements climatiques est particulièrement complexe, comme l'illustre la figure ci-dessous. Elle inclut une majorité de financement privé – au travers notamment de la finance carbone – et des financements publics bilatéraux et multilatéraux, dont beaucoup sont disponibles sous forme de fonds logés au sein des banques de développement, et qu'il n'est pas toujours facile de séparer des financements du développement. Leur mise en œuvre des financements publics passe également par des institutions bilatérales et multilatérales. Ces fonds climatiques sont de plusieurs types, des aides et des prêts concessionnels aux garanties et aux capitaux. Leurs structures de gouvernance, leurs modalités de fonctionnement et leurs objectifs sont variés, ce qui concourt à la complexité de l'architecture et à la difficulté, pour les pays en développement, de s'outiller pour accéder aux financements.

**Figure 10 : estimation du financement climatique annuel nécessaire pour une trajectoire de 2 °C par rapport aux ressources actuelles**



Source : Banque Mondiale : Rapport sur le développement dans le monde 2010: Développement et changement climatique

Figure 11 : architecture des financements climatiques mondiaux.



Source : Climate Funds Update, Architecture du financement climatique mondial. Fondamentaux du financement climatique n°2, Novembre 2012.

## 6.2. Les financements existants et à venir

### 6.2.1 Le financement de l'atténuation

#### a. Le protocole de Kyoto

Le protocole de Kyoto crée des obligations de diminution d'émission seulement pour les pays développés, principaux émetteurs de GES. Les pays en développement n'ont pas d'objectifs de réduction.

Pour respecter leurs engagements, les pays industrialisés peuvent réduire leurs émissions ou bien acheter des « crédits carbone » sur le marché. Ces crédits proviennent de pays ayant dépassé leurs objectifs ou bien de projets générant des réductions d'émission.

#### Encadré 10 : le protocole de Kyoto et le marché du carbone

Adopté en 1997, il fixe comme objectif pour les 38 pays les plus industrialisés du monde (pays de l'Annexe B du Protocole) une réduction de 5 % de leurs émissions globales de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux observés en 1990. Les pays ne figurant pas à l'Annexe B du Protocole n'ont pas d'objectifs. Ces réductions doivent être effectives sur la période 2008-2012.

Le marché du carbone international s'appuie sur l'allocation d'Unités de quantité attribuées (UQA) aux pays de l'Annexe B : chaque pays de l'Annexe B a reçu en 2008 un nombre d'UQA correspondant à ses objectifs d'émissions entre 2008 et 2012 en vertu du protocole de Kyoto. Si les émissions réelles d'un pays sont supérieures ou inférieures à son objectif, le pays peut racheter ou revendre des UQA aux autres pays de l'Annexe B.

*Jusqu'à présent, les transactions d'UQA ont été très rares. Trois raisons à cela : d'abord, le système est récent et la plupart des pays ont dû développer de nouveaux outils pour évaluer leurs émissions futures et définir leurs stratégies de conformité Kyoto ; ensuite, la conformité des pays de l'Annexe B devrait être contrôlée en 2015 seulement ; enfin, le nombre total d'UQA distribuées est largement suffisant pour couvrir les besoins en raison du retrait des Etats-Unis du Protocole (les Etats-Unis ayant été attendus comme le plus gros acheteur potentiel d'UQA).*

*Les pays en déficit incluent l'UE des 15, le Canada et le Japon, et les pays qui disposent d'un surplus d'UQA sont essentiellement l'Ukraine et la Russie. Cet excédent d'UQA par rapport aux émissions réelles devrait encore augmenter en raison de l'impact de la récession économique, qui engendrera des baisses d'émissions.*

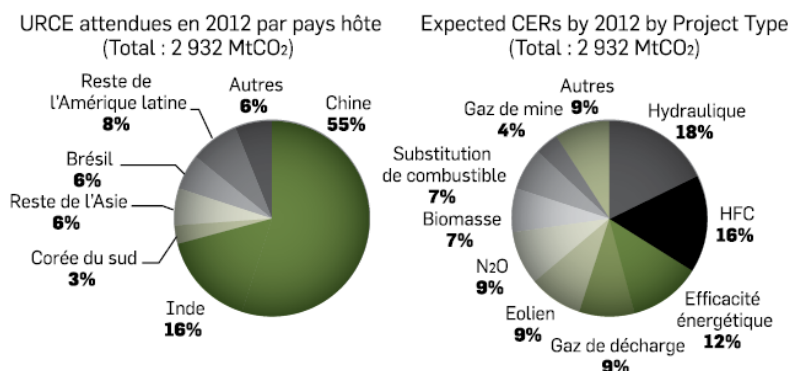
*Source : Anaïs Delbos et Christian de Perthuis : les marchés du carbone expliqués, Caring for Climate Series. Global Compact, Caisse des Dépôts et Université de Paris-Dauphine, 2009.*

### b. Le Mécanisme pour un développement propre

Le Mécanisme pour un développement propre (MDP) fait partie des instruments, appelés mécanismes de projets, qui ont été mis en place par le protocole de Kyoto pour permettre la réduction des émissions de GES au meilleur coût et faciliter les transferts de technologies faiblement émettrices. Le MDP permet aux pays développés d'atteindre une partie de leur objectif en réduisant des émissions de GES dans des pays non Annexe B. Leur financement doit être assuré par un pays de l'Annexe B, ou un porteur de projet basé dans un pays de l'Annexe B. Une fois le projet approuvé et enregistré auprès du Secrétariat de la CCNUCC et les réductions d'émissions vérifiées par une entité indépendante, les participants aux projets MDP reçoivent la quantité correspondante d'unités de réduction certifiée des émissions (URCE, ou CER pour Certified Emissions Reductions).

Le MDP est à ce jour la principale source de financement de l'atténuation pour les pays en développement. L'essentiel des crédits générés sont issus de projets liés à l'emploi d'énergies renouvelables (hydraulique, éolienne et biomasse) ou de projets de réduction d'émissions de HFC. L'agriculture correspond à 2,6% des projets. Plus de 75 % des URCE attendues d'ici à 2012 concernent l'Asie. A l'inverse, la part de l'Afrique se limite à 1% des projets enregistrés et à 5 % des crédits projetés.

**Graphique 10 : quantité de crédits MDP attendus pour 2012 par pays et par type de projet au 1<sup>er</sup> mai 2009.**



Source : Anaïs Delbos et Christian de Perthuis : les marchés du carbone expliqués, Caring for Climate Series. Global Compact, Caisse des Dépôts et Université de Paris-Dauphine, 2009

### c. Les marchés du carbone volontaire

Les marchés volontaires sont des marchés sur lesquels différentes entités (entreprises, établissements publics, particuliers, ...) achètent des crédits pour atteindre un objectif volontaire de réduction d'émissions. A la différence du MDP, les acheteurs des marchés volontaires n'ont pas



de contraintes de réduction d'émissions et achètent des crédits essentiellement pour des raisons d'éthique ou d'image. Ces marchés volontaires sont de plus petite taille (270 M€ contre 14 Md€ en 2010) et les prix moyens y sont moins élevés que sur le marché MDP (3 €/tCO<sub>2</sub> contre 12€ en 2010).

Les marchés volontaires ne sont pas réglementés comme les autres marchés. Les réductions d'émissions sont certifiées par différents labels, dont les principaux sont : Climate Action Reserve, Verified Carbon Standard, Gold Standard, Chicago Climate Exchange, et American Carbon Registry. Les règles de certification peuvent être diverses ; toutefois, les cinq critères de qualité que tous ces labels cherchent à garantir sont semblables à ceux du MDP. Il s'agit de: (i) l'additionnalité, qui correspond au fait que les réductions d'émissions n'auraient pas pu avoir lieu sans être valorisées sur les marchés du carbone ; (ii) la vérification des réductions d'émissions suivant un cahier des charges établi au préalable ; (iii) la permanence des réductions d'émissions; (iv) le calendrier associé à la compensation, c'est-à-dire que les crédits ne peuvent être émis qu'une fois que la réduction d'émission a bien été réalisée, (v) la transparence, permettant de garantir que la même tonne de CO<sub>2</sub> réduite n'est pas revendue plusieurs fois.

#### **d. Le REDD+**

On estime ainsi que 17 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) proviennent des changements d'usage des sols et en particulier de la déforestation et de la dégradation des forêts en milieu tropical. Pourtant, le secteur forestier n'est pratiquement pas inclus dans les politiques d'atténuation : le MDP ne finance que des projets de boisement et de reboisement dans les pays en développement, mais aucun projet visant à conserver les forêts existantes et à lutter contre la déforestation des régions tropicales.

Ce n'est qu'à partir de la conférence de 2007 à Bali qu'est instauré un mécanisme de Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+). Ce mécanisme prévoit de rémunérer les pays qui parviendront à diminuer leur taux de déforestation par rapport à une situation de référence. Il doit être intégré dans la deuxième phase d'engagement du protocole de Kyoto.

Le mécanisme REDD+ n'est pas encore fonctionnel. La phase actuelle de préparation doit permettre de préciser les moyens engagés, le type d'instrument qui sera mis en œuvre (un marché, un fonds international, un instrument innovant dont les revenus sont issus de taxes carbone, etc.), ou encore les modalités de mesure et de vérification des émissions. Cette phase de préparation de REDD+ canalise ainsi aujourd'hui la plupart des financements destinés aux forêts tropicales.

De nombreux fonds bilatéraux (notamment le fonds norvégien) et multilatéraux (FC/FP-FPCF, FIP, ONU-REDD), ainsi que les fonds d'affectation spéciale nationaux et régionaux (Fonds pour l'Amazonie et FFBC) assurent 83 % des financements agréés pour les activités liées aux forêts et à l'utilisation des sols.

**Tableau 8 : fonds finançant exclusivement des projets Redd+**

Fond / Initiative	Engagé	Déposé	Agréé	Versé	Nb projets approuvés
Fonds pour l'Amazone	1032.44	102.79	168.71	45.94	33
Fonds carbone – Fonds de partenariat pour le carbone forestier (FC-FPCF)	218.3	138.1	0.57	0.2	1
Fonds de préparation - Fonds de partenariat pour le carbone forestier (FP-FPCF)	239.4	212.59	31.03	11.46	27
Programme d'investissement pour la forêt (FIP)	612	446	50.96	3.59	24
Initiative internationale sur la forêt et le climat (Norvège) (ICFI)	1,607.82	1,607.82	533.21	276.44	13
ONU-REDD	151.49	118.89	116.13	97.93	18
Initiative internationale sur le carbone forestier (Australie) (IFCI)	216.27	67.06	125.54	31.7	9
Fonds forestier pour le bassin du Congo (CBFF)	165	165	95.38	18.59	37

Source : Climate Funds Update, Note thématique sur le financement climatique: le financement REDD+. Fondamentaux du financement climatique n°5, Novembre 2012.

### 6.2.2 Le financement de l'adaptation

Planifier l'adaptation consiste à prendre en compte dès à présent les évolutions climatiques dans les décisions et les politiques afin d'en limiter les effets négatifs. Tous les actions de développement doivent prendre en compte le changement climatique et être efficaces non seulement aux conditions climatiques actuelles mais aussi aux conditions futures. Ceci est d'autant plus important pour les projets de moyen et long terme, pour lesquels les effets du changement climatique se feront plus fortement sentir. On parle de résilience au climat ou *climate proofing*. De ce fait, il est difficile de définir précisément ce qu'est un projet d'adaptation et de le différencier d'un projet de développement « normal ».

Les financements internationaux pour l'adaptation doivent permettre de faire face aux besoins supplémentaires induits par les changements climatiques par rapport aux besoins permettant aux pays en développement de poursuivre leur croissance et de réduire leur pauvreté. Ils doivent donc représenter des financements « nouveaux et additionnels » par rapport à l'aide publique au développement (APD), afin d'éviter toute déviation des fonds destinés aux besoins en développement vers les actions concernant les changements climatiques.

Dans la réalité, il est souvent bien difficile de séparer les financements du développement de ceux de l'adaptation au changement climatique.

- Des financements mis en place tardivement :

Pendant des années, les mesures de réduction des émissions ont été privilégiées dans les négociations face aux mesures d'adaptation aux changements climatiques. Les fonds destinés à l'adaptation ne sont disponibles que depuis peu. L'adaptation est actuellement financée principalement par des donateurs internationaux, que ce soit par le biais d'agences bilatérales ou par l'intermédiaire d'institutions multilatérales, comme le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et la Banque mondiale.

Le financement de l'adaptation a commencé en 2001, avec la mise en place de trois fonds gérés par le FEM, qui est l'entité opérationnelle du mécanisme financier de la CCNUCC :

- le Fonds spécial pour les changements climatiques (FSCC) ;
- le Fonds pour les pays les moins avancés (FPMA) ;

- le Fonds d'adaptation (FA), dont les modalités de gestion n'ont été définies qu'en 2007.

Les changements climatiques sont le deuxième domaine d'intervention du FEM en termes de nombre de projets avec 669 projets sur un total de 2 262 projets. Ils représentent près d'un tiers des financements du FEM soit environ 2,5 milliards de dollars. En 2009, sur les 669 projets relatifs aux changements climatiques, 98 projets (soit à peine un projet sur six) concernaient l'adaptation et étaient financés par les fonds spécifiques gérés par le FEM (Fonds spécial de priorité stratégique pour l'adaptation<sup>17</sup>, FSCC, FPMA)

En juillet 2008, la Banque mondiale a créé le **Fonds stratégique pour le climat (FSC)**, qui a pour objectif de fournir des incitations à la mise en œuvre de mesures d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, en complément d'autres mécanismes de financement multilatéraux et bilatéraux. L'objectif était d'accroître les volumes d'investissement climat d'ici à 2012, en attendant l'élaboration d'une véritable architecture financière sous la CCNUCC.<sup>18</sup>

A travers le FSC, le Programme pilote pour résister aux changements climatiques (PPCR) est lancé afin d'aider à l'adaptation aux changements climatiques, sous la forme de subventions et de prêts concessionnels. C'est actuellement le plus grand fonds international destiné à l'adaptation dans les pays en développement, avec en 2012 des ressources de 1.119 millions de dollars. Le Programme pilote a vocation à appuyer des projets lancés à l'initiative des pays et à s'appuyer sur les Programmes d'action nationaux d'adaptation aux changements climatiques (PANA) et sur d'autres études, plans et stratégies nationaux pertinents.

**L'Alliance mondiale contre le changement climatique (AMCC)** est une initiative de l'Union européenne (UE), lancée en 2007 et coordonnée par la Commission européenne (CE), visant à renforcer le dialogue et la coopération dans le domaine du changement climatique avec les pays en développement les plus vulnérables et à appuyer leurs efforts de développement et de mise en œuvre de réponses en termes d'adaptation et d'atténuation. L'AMCC, qui a augmenté de 100 millions \$ le montant de ses financements agréés en 2011, et accéléré ses versements aux projets d'adaptation, est devenue le premier fonds mondial de financement des activités d'adaptation.

L'AMCC concentre ses efforts sur les pays les moins avancés (PMA) et les petits États insulaires en développement (PEID), qui ont le moins contribué aux émissions de gaz à effet de serre mais sont souvent les plus touchés par le changement climatique et ne disposent que de ressources limitées pour y faire face.

---

<sup>17</sup> Ce fonds est maintenant clos.

<sup>18</sup> Une clause des FIC précise qu'une fois que la CCNUCC se sera dotée d'une architecture financière, les FIC y seront intégrés ou alors disparaîtront. L'avenir des FIC est en cours de négociation, et dépendra fortement de l'architecture finale du Fonds Vert et des préférences des pays bailleurs. (Coordination Sud, Commission climat : étude gouvernance sur le fonds vert)

**Tableau 9 : fonds principalement destinés à l'adaptation, en millions de dollars**

Fonds	Engagé	Déposé	Agréé	Versé	Nb de projets agréés
Fonds pour l'adaptation (AF)	323,05	186,48	166,36	29,14	25
Fonds pour les pays les moins avancés (FPMA)	536,65	435,46	286,73	126,63	126
Fonds spécial pour les changements climatiques (FSCC)	241,61	196,40	147,25	100,23	39
Programme pilote de résistance aux chocs climatiques (PPCR)	1 119,00	804,80	317,48	8,00	79
Alliance mondiale contre le changement climatique (AMCC)	385,36	365,36	296,81	130,99	29
<b>Total</b>	<b>2 605,67</b>	<b>1 988,50</b>	<b>1 214,63</b>	<b>394,99</b>	<b>298</b>

Source : Climate Funds Update, Note régionale sur le financement climatique: le financement de l'adaptation. Fondamentaux du financement climatique n°3, Novembre 2012.

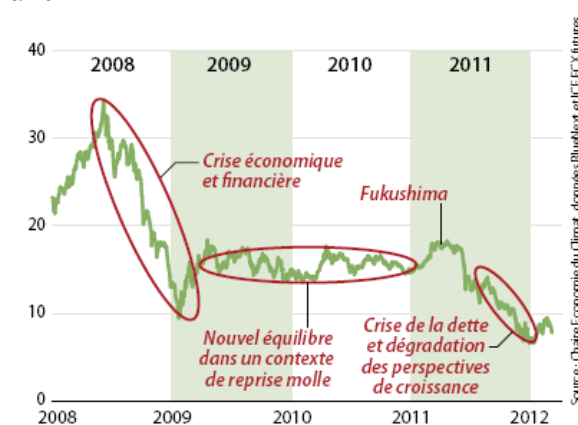
▪ **Bilan de ces financements :**

L'analyse des volumes financiers et des principales caractéristiques des différents fonds pour l'adaptation (cf. synthèse dans le tableau ci-dessous) fait ressortir les éléments suivants :

- Seuls 15 % des financements approuvés depuis 2004 par les initiatives de financement climatique spécialisées visent l'adaptation (CFU Note 3). Ces montants, même s'ils progressent, sont loin des besoins des pays en voie de développement, estimés au minimum à plusieurs dizaines de milliards de dollars annuels.
- L'ensemble des fonds, à l'exception du FA, sont alimentés par des contributions volontaires des pays développés. Ces contributions, outre qu'il est difficile de les différencier des ressources de l'APD, ne sont pas prévisibles et risquent de diminuer avec la crise économique et financière qui touche l'ensemble des pays développés depuis 2008.

- En ce qui concerne le FA, son alimentation par une taxe sur les crédits carbone est intéressante car elle ne dépend pas des ressources financières des gouvernements des pays développés. Toutefois, la pérennité des ressources du Fonds est fortement dépendante de celle du MDP et du prix du marché du carbone. Or, si la décision de reconduire le protocole de Kyoto après 2012, obtenue lors de la COP de Durban, permet de pérenniser le MDP, la crise économique fait chuter le prix de la tonne de carbone de façon ininterrompue depuis 2008 (cf. Graphique ci-contre).

**Graphique 11 : Évolution du prix du carbone de 2008 à 2012**



Source : [http://www.alternatives-internationales.fr/le-marche-du-carbone-est-devenu-une-usine-a-gaz\\_fr\\_art\\_1154\\_59394.html](http://www.alternatives-internationales.fr/le-marche-du-carbone-est-devenu-une-usine-a-gaz_fr_art_1154_59394.html)

- L'accès aux financements est en général indirect, c'est-à-dire qu'il passe par des institutions internationales aux frais de gestion souvent élevés et dont la lourde bureaucratie ralentit fortement le rythme des décaissements et délaient la mise en œuvre. Dans le cas du FA, les gouvernements peuvent soumettre directement leurs propositions de projets au conseil d'administration, mais sous réserve de satisfaction des standards fiduciaires définis par le Conseil. Dans beaucoup de pays, cela signifie qu'il faut passer par une agence internationale.

- Des programmes d'action nationaux d'adaptation aux changements climatiques (PANA) ont été définis dans les pays les moins avancés. Ils sont destinés à analyser les priorités d'action dans le domaine de l'adaptation. Les projets financés dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques devront être en cohérence avec les PANA.

Tableau 10 : Synthèse des caractéristiques des différents fonds pour l'adaptation

Fonds	Origine des fonds	Type de financement	Priorités	Modalités d'accès
PPCR	C'est un fonds spécialisé doté de près de 1 milliard de dollars pour l'adaptation dans le cadre des Fonds d'investissement climatiques (FIC). Les FIC sont financés par un nombre limité de très gros bailleurs: l'Australie, la France, l'Allemagne, le Japon, la Suède, la Grande Bretagne et les Etats-Unis.	Les financements sont des cofinancements qui servent à financer la concessionnalité des prêts grâce à l'élément don, permettant d'obtenir des prêts proches d'un taux zéro. C'est le seul fonds pour l'adaptation (toutes institutions confondues) à proposer principalement des prêts et non des dons.	Le programme-pilote pour la résilience au changement climatique donne la priorité aux pays les moins avancés. Il a pour objet d'intégrer la résilience climat dans la planification du développement. Les objectifs du Programme pilote sont au nombre de trois : - Fournir des financements de programmes à grande échelle dans huit pays très vulnérables, pour les aider à modifier leur planification nationale de développement afin qu'elle prenne en compte le risque climatique ; - Compléter les sources existantes de financement des mesures d'adaptation et appuyer le Fonds d'adaptation ; - Fournir des enseignements cruciaux sur la façon d'investir dans les programmes de résistance aux effets des changements climatiques, grâce à une planification nationale cohérente avec les objectifs de réduction de la pauvreté et de développement durable.	Les programmes sont mis en œuvre par cinq agences d'exécution seulement : la Banque Africaine de Développement (BAD), la Banque Asiatique de Développement (BasD), la Banque Européenne pour la Reconstruction et le Développement (BERD), la Banque Inter-Américaine de Développement (BID) et la Banque Mondiale.
FPMA	Contribution volontaire de 19 pays développés	Le FEM finance les projets uniquement sous forme de subventions. Il s'agit généralement de cofinancements qui complètent les financements des projets de développement de façon à prendre en charge les coûts additionnels liés aux mesures environnementales.	Créé en 2001, il s'adresse uniquement aux pays les moins avancés, qui sont caractérisés par une extrême vulnérabilité, une capacité d'adaptation limitée liée à une forte densité de population et à des capacités financières restreintes. Le FPMA permet de financer la préparation des Programmes d'action nationale d'adaptation aux changements climatiques (PANA), et leur mise en œuvre.	Les pays en développement proposent des projets en réponse à leurs besoins d'adaptation aux agences de mise en œuvre et d'exécution du FEM: PNUD, PNUE, Banque mondiale, BAfD, BAD, BERD, BID, FIDA, FAO, ONUDI. Le porteur de projet et l'agence exécutive choisie construisent alors ensemble un formulaire d'identification du projet et un document de demande de subvention et les soumettent au Secrétariat du FEM pour approbation. Enfin, l'agence exécutive du FEM mettra en œuvre le projet s'il est approuvé.
FSCC	Fonds donnés volontairement par 13 pays développés		Les ressources de ce fonds sont affectées, depuis la création du fonds en 2001, en priorité à des activités d'adaptation dans les pays en développement. Initialement, le FSCC ne finançait que deux programmes: adaptation et transfert de technologie. Depuis la COP-12 à Nairobi en 2006, il doit s'attaquer à d'autres domaines comme l'énergie, le transport, l'industrie, l'agriculture, la foresterie, la gestion des déchets et la diversification de l'économie. Toutefois, l'adaptation reste la priorité absolue.	
FA	Le Fonds d'adaptation est alimenté par un prélèvement de 2 % sur les crédits carbone effectivement générés dans le cadre du mécanisme pour un développement propre (MDP), à l'exception de ceux provenant des pays les moins avancés. Ce fonds permet de lier économiquement l'adaptation à l'atténuation. Le Fonds est également abondé par des contributions volontaires des Etats.		Il est habilité à financer des projets d'adaptation relatifs à l'évaluation, suivi et système d'alerte précoce, tourisme, écosystèmes terrestres, océans et zones côtières, populations et habitat, éducation et formation, sécurité alimentaire, agriculture et foresterie, pisciculture, santé et eau. Les pays cibles sont ceux particulièrement exposés aux effets néfastes du changement climatique, dont les pays de faible altitude et autres petits pays insulaires, les pays ayant des zones côtières de faible élévation, des zones arides ou semi-arides ou des zones sujettes aux inondations, à la sécheresse et à la désertification, ainsi que les pays en développement dotés d'écosystèmes montagneux fragiles.	Contrairement aux FSCC et FPMA, le Fonds d'adaptation rentre dans le cadre du protocole de Kyoto. Ainsi, seules les Parties au protocole de Kyoto y ont accès. Sa gouvernance laisse plus de place aux pays en développement avec une représentativité majoritaire au Conseil d'administration. Il permet également l'accès direct aux financements pour les pays demandeurs de projets sans avoir à passer obligatoirement par une agence exécutive du FEM.
AMCC	Entre 2008 et 2012, l'AMCC a engagé 243 millions € émanant du budget communautaire, du 10ème Fonds européen de développement (FED) et de contributions de l'Irlande, de la Suède, de l'Estonie, de Chypre et de la République tchèque. Ce montant inclut des financements à mise en œuvre rapide (fast start funding ou FSF en anglais) promis lors de la Conférence de Copenhague en 2009 en vue d'appuyer une action immédiate de réponse au changement climatique dans les pays en développement.	Subventions. Les fonds sont attribués aux pays en fonction de la capacité d'adaptation du pays, de sa participation au dialogue sur le changement climatique, de la disponibilité des ressources et des données démographiques. Le gouvernement doit exprimer sa volonté de bénéficier de l'aide de l'AMCC.	L'AMCC axe son appui technique sur cinq domaines prioritaires: (1) L'adaptation; (2) La réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD); (3) Le renforcement de la participation au marché mondial du carbone; (4) La réduction des risques de catastrophe (RRC); (5) L'intégration du changement climatique dans les efforts de réduction de la pauvreté et de développement. En matière d'adaptation, l'AMCC entend contribuer à l'amélioration des connaissances relatives aux effets du changement climatique et à l'élaboration ainsi qu'à la mise en œuvre d'actions d'adaptation appropriées, notamment dans les secteurs de l'eau et de l'agriculture, afin de réduire la vulnérabilité des populations à ces effets. L'AMCC s'appuie sur les programmes d'action nationaux d'adaptation (PANA) et d'autres plans nationaux.	Les gouvernements doivent manifester leur intérêt pour l'AMCC de façon formelle par le biais de la délégation de l'UE, qui vérifiera si le pays partenaire satisfait aux critères de sélection pour bénéficier d'un financement au titre de l'AMCC. Parallèlement, un dialogue est entamé pour déterminer les domaines d'intervention et priorités possibles. Le gouvernement du pays partenaire peut contribuer à un programme financé par l'AMCC: en assumant un rôle actif dans la préparation et la mise en œuvre du programme, et en assurant le cofinancement d'une série d'activités du programme en question. Les États membres de l'UE peuvent être associés à l'instruction et au financement des interventions financées par l'AMCC.

Sources : FEM : financer l'adaptation climatique ; Climate Funds Update, Note régionale sur le financement climatique: le financement de l'adaptation. Fondamentaux du financement climatique n°3, Novembre 2012 ; Financer l'adaptation aux changements climatiques : ce que prévoit la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques, Etude climat n°17, CDC climat, Avril 2009 ; Fonds pour l'adaptation : modalités d'accès aux ressources du fonds pour l'adaptation – Manuel d'utilisation.

### 6.2.3 Le fonds vert pour le climat

Le fonds vert a été conçu, lors de la conférence de Copenhague de 2009, en tant que principal mécanisme de financement multilatéral des actions climatiques menées dans les pays en développement. Le fonds constituera l'entité opérationnelle du mécanisme financier de la Convention prévu à l'article 11, et « rendra compte à, et fonctionnera sous la direction de la COP ».

Le fonds vert pour le climat est chargé de canaliser « une part importante des nouveaux fonds multilatéraux destinés à l'adaptation », lesquels restent insuffisamment financés au sein de l'architecture mondiale. Ainsi le FSCC est voué à disparaître avec l'opérationnalisation du Fonds vert et le FPMA pourrait également être englobé.

La mise en place de ce fonds est lente en fonction des divergences existantes entre les parties quant à ses objectifs, ses modes de gestion et les modalités de son financement.

Pour ce qui est des financements, les pays en développement souhaitent que le fonds soit principalement financé par des contributions publiques nouvelles, additionnelles, prévisibles et adéquates en provenance des pays développés, conformément à la « responsabilité commune mais différenciée ». Les pays développés préfèrent un fonds alimenté par des financements publics restreints, servant principalement à catalyser et à démultiplier les investissements du secteur privé. Bref, les Parties se sont engagées à mobiliser 100 milliards \$ de financements à long terme par an d'ici à 2020, mais le volume précis des financements et leur origine restent incertains.

Pour ce qui est des modalités opérationnelles, le fonds offrira, dans un premier temps, des guichets de financements sur l'adaptation et l'atténuation, mais l'équilibre entre ces deux financements n'est pas encore défini. Ces guichets incluront les programmes REDD+ et les transferts de technologies. Le fonds utilisera une large gamme d'instruments financiers, tels que des aides, des prêts concessionnels ou autres.

À l'instar du Fonds pour l'adaptation prévu par le Protocole de Kyoto, le fonds accordera un accès direct aux financements non seulement aux pays bénéficiaires, mais également aux acteurs infranationaux. Toutefois, les bénéficiaires devant respecter de strictes normes fiduciaires, les financements du fonds pourront également s'obtenir auprès des organismes multilatéraux accrédités à cette fin (banques multilatérales de développement et organismes des Nations Unies), selon la pratique en cours pour les fonds climatiques multilatéraux.

### 6.3. **Quels financements pour le l'élevage pastoral ?**

Pour le moment, peu de projets ont été approuvés et mis en œuvre dans le domaine du changement climatique au Tchad. Parmi les projets recensés, il y a (voir Tableau 11) :

- Le financement de l'appui institutionnel lié à la notification et à la planification du changement climatique (communications nationales sur les GES, PANA) ;
- Deux projets, un dans le domaine des énergies renouvelables, l'autre dans le domaine de l'adaptation du changement climatique dans les secteurs de l'eau et de l'agriculture (approuvé mais non mis en œuvre).

Les financements concernant le changement climatique proviennent du FEM (FPMA et fonds propres). Le Tchad n'a reçu aucun financement du FSCC du FEM, ni du PPCR de la Banque Mondiale, ni du Fonds pour l'Adaptation. L'UE instruit en ce moment un projet dans le cadre des financements de l'AMCC.

**Tableau 11 : Projets approuvés dans le domaine du changement climatique au Tchad**

Fonds	Projet	Focus	Montant (USD)	Subvention (USD)	Agence multilatérale	Agence d'exécution
FPMA	Préparation du Programme d'Action National pour l'Adaptation aux Changements Climatiques (PANA)	Adaptation	220 000	200 000	PNUD	Ministère de l'Environnement et de l'Eau
FPMA	Enhance the adaptive capacities of national institutions and rural communities in addressing climate change impacts on the agricultural and water sectors in the Republic of Chad	Adaptation	N/A	N/A	UNDP	N/A
GEF Trust Fund	Preparation of the First National Communication in Response to the Provisions of the UNFCCC	Atténuation	100 425	100 425	PNUD	DREM
GEF Trust Fund	SPWA-CC Promoting renewable energy based mini-grids for rural electrification and productive uses	Atténuation	5 918 180	1 758 180	UNIDO	Ministry of Mines and Energy
GEF Trust Fund	Climate Change Enabling Activity (Additional Financing for Capacity Building in Priority Areas)	Général	100 000	100 000	PNUD	Ministry of Environment and Water Resources

### 6.3.1 Le financement de l'adaptation

Comme cela a été montré, l'élevage pastoral possède un certain nombre d'atouts pour faire face aux effets des changements climatiques, mais des actions seront nécessaires notamment pour sécuriser la mobilité. Ils peuvent être financés par les différents fonds présentés antérieurement, par exemple, le **Fonds spécial pour les changements climatiques**, dont la priorité absolue est l'adaptation.<sup>19</sup>

D'autres fonds, comme le **Fonds pour les pays les moins avancés** ou le **Programme pilote de protection contre les chocs climatiques**, peuvent aider à investir dans des plans nationaux de développement et à mettre en œuvre une approche territoriale de résilience au changement climatique. Ce genre de financement pourrait permettre de financer des projets pilotes intégrant les problématiques agricoles et de l'élevage et favorisant les concertations locales.

Le financement de l'adaptation est la priorité pour un pays comme le Tchad qui sera durement affecté par les changements climatiques, mais peu de projets ont été financés jusqu'à présent (cf. ci-dessus). Les principales limites pour l'accès aux financements sont de 3 ordres :

- La disponibilité des fonds ;
- La cohérence entre le PANA et les stratégies sectorielles : en effet, le PANA prévoit des activités visant à limiter les transhumances, alors que la mobilité apparaît comme un facteur essentiel de l'adaptation au changement climatique ;
- Les fragilités et les inerties institutionnelles qui limitent les dynamiques inter-sectorielles et fragilisent le dialogue avec les institutions internationales.

### 6.3.2 Quel rôle pour le financement de l'atténuation ?

Même si le Tchad n'a pas d'obligations en matière d'atténuation, il pourrait utiliser les guichets de l'atténuation pour financer le développement de l'élevage pastoral, en particulier les actions favorisant le **stockage du carbone dans les écosystèmes pastoraux**, dont les co-bénéfices en termes de développement et d'adaptation sont importants.

Bien que le taux de séquestration de carbone dans les pâturages soit plus faible que celui des sols cultivés, le potentiel global de stockage de carbone dans les écosystèmes pastoraux est très élevé en

<sup>19</sup> Il a financé par exemple en Mongolie un projet intitulé « Gestion des risques dans les steppes ; aide aux populations pastorales mongoles pour faire face aux conséquences du changement climatique », qui met en œuvre des actions pour améliorer la gestion des pâturages et des troupeaux, enrayer la dégradation des sols, pérenniser les moyens de subsistance dans les régions rurales de Mongolie et aider les populations pastorales vulnérables à s'adapter aux nouveaux risques posés par le changement climatique.



fonction des importantes surfaces de pâturages. En Afrique, les zones arides contiendraient près de 60% du stock de carbone du continent.<sup>20</sup>

Si on considère que des modestes améliorations de gestion des pâturages permettent de séquestrer 0,5 tonnes de carbone par hectare et par an, et que la tonne de carbone vaut 10 USD, cela permettrait un revenu de 5 USD/ha. Pour une densité de population de 10 habitants par km<sup>2</sup>, le carbone séquestré pourrait rapporter 50 USD par an aux individus, alors que près de la moitié des éleveurs pastoraux d'Afrique gagnent moins de 1 USD par jour, soit 360 USD par an.<sup>21</sup> Ce calcul grossier montre que, à condition que le prix du carbone soit à un niveau raisonnable (ce qui n'est pas le cas actuellement), les pratiques permettant d'atténuer les émissions de GES pourraient être financièrement intéressantes.

Toutefois, un certain nombre d'obstacles limitent l'accès à la finance climatique de projets permettant de séquestrer du carbone dans les terres de parcours.

- Le financement de la séquestration du carbone n'est pas accepté pour les marchés de conformité. Le MDP ne permettait pas, au cours de la première phase d'engagement du Protocole de Kyoto (2008-12), de financer des projets de séquestration de carbone en dehors de projets de boisement ou de reboisement. Cela exclut donc les projets qui viseraient à stocker du carbone dans les sols et la végétation des zones de parcours. Toutefois, la séquestration de carbone dans les sols et la biomasse représente un puits de carbone important, et les autres sources plus simples de réduction d'émissions diminuent. Il est donc possible que cette règle change à l'avenir, même si aucune décision sur l'inclusion de la séquestration du carbone n'a encore été adoptée. Seuls, certains labels du marché du carbone volontaire, comme le CCX, permettent de financer du stockage de carbone dans les sols.
- Les projets doivent pouvoir vérifier que le carbone a été stocké ou que des émissions ont été évitées : la vérification, dans le cas du stockage dans les parcours, est particulièrement complexe car le stockage de carbone est très variable dans le temps et l'espace, en particulier en zone semi-aride, en fonction de critères comme le type de sol ou les précipitations. Sur les grands espaces que représentent les zones pâturées par les transhumants, le mécanisme de vérification pourrait se révéler très coûteux et limiter l'intérêt économique de recourir à la finance carbone.
- Les projets doivent démontrer leur additionnalité, qui correspond au fait que les réductions d'émissions n'auraient pas pu avoir lieu sans être valorisées sur les marchés du carbone. Des problèmes méthodologiques importants se posent : comment prouver que les variations des stocks de carbone sont bien dues aux actions du projet et non à des causes externes, comme l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère ou les variations de précipitations ? Toutefois, la démonstration du critère d'additionnalité est facilitée par la validation de méthodologies qui deviennent ensuite applicables à l'ensemble des projets similaires. Le standard CCX permet de délivrer des crédits sur la base de la vérification d'une pratique à laquelle est attribuée une quantité de réduction d'émissions par défaut et non sur la base d'une mesure, spécifique à chaque projet.
- La permanence du stockage. Un des facteurs limitant le financement des projets de stockage de carbone dans le sol et la biomasse est son caractère réversible : il suffit que la

---

<sup>20</sup> Grassland carbon sequestration: management, policy and economics. Proceedings of the Workshop on the role of grassland carbon sequestration in the mitigation of climate change, Rome, April 2009

<sup>21</sup> FAO 2006 : L'ombre portée de l'élevage, op. cit.

« bonne » pratique cesse pour que le carbone soit à nouveau mobilisé plus ou moins rapidement (coupe des arbres, labour du sol, dégradation des terres et de la végétation). Différentes solutions ont été élaborées pour résoudre cette question : les projets MDP (cas des plantations) génèrent des crédits temporaires, dont la valeur est moindre. Les labels volontaires, eux, adoptent plutôt une approche de mutualisation du risque par la mise en réserve d'une partie des crédits générés.

- Les coûts de transaction : l'agrégation d'un grand nombre d'éleveurs concernés par la gestion des pâturages implique des coûts de transaction importants, ce qui limite l'intérêt financier du projet de séquestration de carbone. Ce problème peut-être en partie réglé avec les mécanismes d'agrégation, qui permettent de partager les coûts fixes sur une masse plus grande d'émissions.
- La question foncière : les projets doivent avoir des limites territoriales définies à l'intérieur desquelles des acteurs ont des droits fonciers clairs qui leur permettent de se mettre d'accord pour adopter certaines pratiques et contrôler leur respect. Or les pasteurs, surtout les transhumants, ont souvent des droits fonciers mal reconnus et leurs règles sociales limitent fortement leur capacité à exclure d'autres groupes de l'utilisation des zones pastorales. La gestion collective des ressources naturelles impliquerait la mise en place d'espaces de négociations entre les différents utilisateurs des ressources, qui protègent les intérêts des minorités et des groupes marginalisés. Ces structures, si elles sont envisageables localement, semblent difficile à créer dans le cadre d'élevages transhumants, car les coûts de transactions seraient alors difficilement compensés par les bas taux de séquestration du carbone dans les prairies ainsi que par des prix modeste de la tonne de carbone.

Les terres pastorales ne sont à priori pas incluses dans le REDD+. Selon la définition de la CCNUCC, une forêt se définit par les trois critères suivants : (i) un couvert arboré minimum compris entre 10 et 30 % ; (ii) une hauteur minimum de la végétation comprise entre 2 et 5 mètres ; (iii) une surface minimum comprise entre 0,5 et 1 ha. Les zones de savanes ou de steppes qui servent de parcours ne répondent pour la plupart pas aux critères (i) et (ii).

Toutefois, le financement de projets permettant le stockage dans les terres de parcours pose les mêmes problèmes que la lutte contre la déforestation et la dégradation des forêts, qui sont discutés dans le cadre de la préparation du mécanisme REDD+. La mise en place de mécanismes de financements pour le secteur forestier devrait donc permettre de trouver des solutions aux épineuses questions de l'additionnalité, des fuites<sup>22</sup> et de la permanence du stockage, en proposant notamment des mécanismes de vérification et en définissant la question de l'échelle d'intervention (projet, pays...). Ces solutions seront importantes pour la lutte contre la dégradation des zones pastorales, dans le cadre d'un mécanisme spécifique ou dans celui d'un REDD+ dont le périmètre pourrait les inclure. L'élaboration de NAMA (voir encadré ci-dessous) pourrait permettre d'obtenir des financements spécifiques.

**Encadré 11 : Les NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Actions)**

*Les pays signataires des accords de Cancún en 2010 ont convenu « que les pays en développement parties prendront des mesures d'atténuation appropriées au niveau national dans le cadre du développement durable, soutenues et rendues possibles par des technologies, des ressources financières et des activités de renforcement*

<sup>22</sup> Principe qui fait référence aux émissions non planifiées et indirectes de GES résultant des activités du projet. Par exemple, lorsque le boisement d'une terre agricole provoque la migration des personnes qui cultivaient cette terre, et qui iront donc déboiser ailleurs.

*des capacités, pour faire en sorte que les émissions s'écartent d'ici à 2020 de celles qui se produiraient dans l'hypothèse de politiques inchangées » (para. 48, accords de Cancún, 2010)..*

*Pour les pays en développement, définir un NAMA est une façon de formaliser au niveau international des actions d'atténuation sous forme d'un engagement volontaire. Suite aux accords de Cancún, 48 pays en développement ont communiqué à la CCNUCC des intentions de réduction des émissions de gaz à effet de serre par le biais de NAMA. Une partie de ces NAMA pourrait être financée par les pays développés, mais les modalités de ces financements n'ont pas encore été clarifiées.*

#### **6.4. Conclusions sur les financements pour le secteur de l'élevage**

Les priorités en matière de financement doivent aller aux projets qui présentent les caractéristiques suivantes :

- Ce sont des projets « robustes » et « sans regret », c'est-à-dire qu'ils apporteront des bénéfices quelles que soient les évolutions du climat ;
- Ce sont des projets qui favorisent à la fois l'adaptation au changement climatique et la diminution des émissions de GES.

C'est le cas, par exemple, des projets favorisant la mobilité pastorale, qui permettent : (1) d'éviter la dégradation des terres de parcours et donc les émissions de GES ; (2) d'améliorer la productivité de l'élevage par la préservation des écosystèmes ; (3) d'améliorer la résilience de ces écosystèmes aux changements climatiques ; (4) de favoriser l'adaptation des éleveurs aux aléas climatiques.

## 7. Conclusions et recommandations

Les prévisions concernant le changement climatique montrent que Tchad sera fortement impacté par la hausse des températures ainsi que par l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes. Concernant les précipitations, les modèles sont divergents. Une majorité d'entre eux indiquent que le climat pourrait devenir plus humide, mais les précipitations plus abondantes pourraient seulement compenser l'augmentation de l'évaporation provoquée par la hausse des températures.

Ces changements climatiques pourraient être plus importants en zone sahélienne qu'en zone soudanienne. Toutefois, les écosystèmes et les systèmes productifs sahéliens sont mieux adaptés aux aléas climatiques, et pourraient être plus résilients à ces évolutions que les systèmes soudanais. Quoi qu'il en soit, l'adaptation aux changements climatiques est un enjeu crucial des décennies à venir, qui ne peut dépendre des seules capacités des populations. Cela doit être une priorité des politiques publiques, notamment pour l'agriculture et l'élevage, qui constituent la base de l'économie nationale.

- Une des principales priorités est de comprendre les mécanismes de résilience des différents systèmes d'élevage, leur capacité à faire face aux évolutions en cours, tant climatiques que socio-écologiques, mais aussi leurs limites. Ainsi, les systèmes d'élevage transhumants sont bien adaptés aux aléas climatiques « normaux », mais peuvent être déstructurés par des aléas exceptionnels plus fréquents, comme par exemple des sécheresses répétées. Ces mécanismes de résilience étant différents pour chaque zone climatique et chaque système d'élevage, les politiques devront donc être différenciées.
- Les politiques publiques sectorielles doivent favoriser les systèmes d'élevage les plus résilients. En zone sahélienne, cela signifie clairement donner la priorité à la mobilité de l'élevage et limiter, autant que faire se peut, les dynamiques de sédentarisation. Cela signifie aussi sécuriser la mobilité au travers d'investissements – en hydraulique pastorale, en marquage des chemins de transhumance – mais aussi par l'adoption d'un cadre légal qui garantisse les droits des différents utilisateurs des ressources naturelles et du foncier et qui favorise les concertations aux différentes échelles territoriales.
- Elles doivent aussi intervenir dans la prévention et la gestion des crises. Un certain nombre de systèmes d'information et d'alerte précoces ont été testés ou sont actifs (ROPANAT, SIPSA...), en lien avec le centre Agrhymet et les institutions de recherches nationales. Ces systèmes peuvent fournir aux éleveurs des informations importantes afin de les aider à prendre rapidement des décisions stratégiques en cas de crise. Toutefois, pour qu'ils soient vraiment fonctionnels, il faudra veiller à définir avec les organisations d'éleveurs les informations pertinentes et utiles ainsi que les canaux et les modalités de diffusion de ces informations qui, jusqu'à présent, n'ont guère été utilisées que par les institutions publiques. La structuration en cours des éleveurs et pasteurs en organisations régionales et nationale peut apporter une contribution aux mécanismes d'anticipation, de prévention et de vérification d'attribution d'aides à l'élevage (stock d'aliments en prévision de crises, stock d'urgence, prévention sanitaires de risques épizootiques liés au climat, etc.).
- Enfin, les politiques de l'adaptation ne peuvent être conçues exclusivement au sein des ministères concernés. Elles doivent faire l'objet de concertations à la fois avec les organisations de producteurs et avec les autres secteurs concernés, comme par exemple l'agriculture et l'environnement. En effet, une mesure favorable à l'adaptation des systèmes agricoles – par exemple la promotion des cultures de décrue ou des cultures irriguées en

bordure des points d'eau – peut limiter les capacités d'adaptation des éleveurs – en limitant leur accès aux ressources fourragères et hydriques indispensables à leur mobilité. Les résultats de ces négociations intersectorielles devraient former la base du programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques (PANA).

- Les financements internationaux pour l'adaptation se mettent en place progressivement, mais le Tchad n'en a pratiquement pas bénéficié. Pour pouvoir accéder aux fonds disponibles, il est important qu'un processus de concertation avec les bailleurs et les institutions multilatérales – par lesquelles passent l'essentiel de ces financements – soit mis en place. Il sera aussi nécessaire de renforcer les capacités des institutions tchadiennes à définir des priorités en matière d'adaptation. La prochaine révision du PANA est, de ce point de vue, une opportunité à ne pas manquer pour affirmer les priorités du secteur de l'élevage en matière d'adaptation et favoriser les mises en cohérence intersectorielles.

Les émissions de gaz à effet de serre du Tchad étaient, avant le développement du secteur pétrolier, extrêmement limitées et concentrées sur l'agriculture et l'élevage. Le Tchad ne possède pas d'obligation de réduction de ses émissions de GES. Il peut toutefois s'engager dans un processus de réduction volontaire de ces émissions (NAMA). Les mécanismes de financement des NAMA ne sont pas encore clarifiés, mais pourraient inclure des financements internationaux pour les pays les moins avancés.

Actuellement, les possibilités de financement de l'atténuation – qui pourrait avoir des co-bénéfices importants en matière de développement et d'adaptation – sont très limitées pour le secteur de l'élevage au Tchad. Toutefois, le Tchad doit suivre attentivement les négociations sur le Redd+ : les avancées en matière de financement de la lutte contre la déforestation et la dégradation des écosystèmes forestiers pourraient favoriser, à terme, la définition de mécanismes de financement similaires pour les écosystèmes pastoraux.

## 8. Bibliographie

Académie des sciences : Événements climatiques extrêmes – réduire la vulnérabilité des systèmes écologiques et sociaux. Décamps H (coord.), 2010.

Banque Mondiale : Rapport sur le développement dans le monde 2010: Développement et changement climatique.

Barraud, Véronique ; Saleh, Ousman Mahamat et Mamis, Didier : l'élevage transhumant au Tchad Oriental, s/d.

Béchir, Ali Brahim : analyse de l'évolution des pâturages dans la zone pastorale du projet Almy al Afia II, Antea/Iram, mars 2012.

Bonfigliolo, Angelo Maliki : L'agropastoralisme au Tchad comme stratégie de survie. Les dimensions sociales de l'ajustement en Afrique subsaharienne, document de travail N°11, Banque Mondiale.

Breman H. and de Wit C.T., 1983: Rangeland productivity and exploitation in the Sahel. Science 221: 13 41-46.

CDC climat : Financer l'adaptation aux changements climatiques : ce que prévoit la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques, Etude climat n°17, Avril 2009.

CDC climat : Financer la lutte contre le changement climatique dans les pays en développement : quelle place pour les NAMA ?, Etude climat n°32, Février 2012.

CDC climat : Les projets de compensation carbone dans le secteur agricole, Etude climat n°31, Décembre 2011.

Climate Funds Update, Architecture du financement climatique mondial. Fondamentaux du financement climatique n°2, Novembre 2012.

Climate Funds Update, Le Fonds vert pour le climat. Fondamentaux du financement climatique n°11, Novembre 2012.

Climate Funds Update, Note thématique sur le financement climatique: le financement de l'adaptation. Fondamentaux du financement climatique n°3, Novembre 2012.

Climate Funds Update, Note thématique sur le financement climatique: le financement de l'atténuation. Fondamentaux du financement climatique n°4, Novembre 2012.

Climate Funds Update, Note thématique sur le financement climatique: le financement REDD+. Fondamentaux du financement climatique n°5, Novembre 2012.

Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest : Climat, changements climatiques et pratiques agropastorales en zone sahélienne. OCDE, Mai 2008.

Colin De Verdière P. : Etude comparée de trois systèmes agropastoraux dans la région de Filingué (Niger), Cirad-Emvt, 1998, 160 p. + annexes.

Coordination Sud, Commission climat : étude gouvernance sur le fonds vert, Études et Analyses, décembre 2012.

Cretat, Julien et al. : Les modèles climatiques régionaux : outils de décomposition des échelles spatio-temporelles. Dixièmes Rencontres de Théo Quant, Besançon, 23-25 février 2011

De Perthuis, C., Hallegatte, S. et Lecocq, F. économie de l'adaptation au changement climatique. Conseil économique pour le développement durable, fév. 2010

Delbosq, Anaïs et de Perthuis, Christian : les marchés du carbone expliqués, Caring for Climate Series. Global Compact, Caisse des Dépôts et Université de Paris-Dauphine, 2009.

FAO : Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier: Aspects généraux. Etude FAO Forêts 126, 1997. <http://www.fao.org/docrep/v5240f/v5240f00.htm>.

FAO Grassland carbon sequestration: management, policy and economics. Proceedings of the Workshop on the role of grassland carbon sequestration in the mitigation of climate change, Rome, April 2009.

FAO L'ombre portée de l'élevage, 2006. <http://www.fao.org/docrep/012/a0701f/a0701f00.htm>

FAO : challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems. Integrated Crop management, Vol 9, 2010.

FAO/Cirad : système d'information sur le pastoralisme au Sahel. Atlas des évolutions des systèmes pastoraux 1970-2012.

FEM : financer l'adaptation climatique. [www.thegef.org/gef/sites/thegef.../financing-adaptation-action-FR.pdf](http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.../financing-adaptation-action-FR.pdf)

Fonds pour l'adaptation : modalités d'accès aux ressources du fonds pour l'adaptation – Manuel d'utilisation. <https://www.adaptation-fund.org/sites/default/files/Adaptation%20Fund%20Handbook%20French.pdf>

GIEC : Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, 2007

Giec Regional Climate Projections - Supplementary Material. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Giec Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Giec, Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques.

Giec, Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse.

HCNE/MEE/ONU-DAES/PNUD Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement. -Partie 1 : le bilan-diagnostic de l'hydraulique pastorale en 2001.

Hiernaux P. & Bagoudou Maidaji, 2006. Projet PSSP Zinder, évaluation des risques environnementaux liés à la gestion des ressources naturelles de la Région de Zinder. Rapport de mission d'appui Iram au volet Gestion des ressources pastorales, 14 novembre – 2 décembre 2006. 63 pp.

Hiernaux, Pierre et Soussana, Jean-François : les changements climatiques et leurs impacts attendus en régions chaudes, s/d.

IIED et SOS Sahel UK, 2001 : Modernité, mobilité. L'avenir de l'élevage dans les zones arides d'Afrique.

Karbou, F. et al. Les leçons de l'expérience AMMA en matière de prévision numérique du temps *in* La Météorologie - N° Spécial AMMA (Analyses multidisciplinaires de la mousson africaine) - Octobre 2012

[http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/48132/Meteo\\_2012\\_SP\\_49.pdf?sequence=1](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/48132/Meteo_2012_SP_49.pdf?sequence=1)

Leduc-Leballeur, Marion : Influence océanique du golfe de Guinée sur la mousson en Afrique de l'Ouest. Thèse soutenue le 8 février 2012 à l'Université Pierre et Marie Curie – Paris VI.

MacKellar, Neil ; Christensen, Jens H. et Lucas-Picher, Philippe : Modèles, projections et incertitudes climatiques en Afrique sub-saharienne: introduction pour les chercheurs et les décideurs. CC Dare, Mars 2010.

Monnier, J.P. Le cadre pastoral au Tchad et les stratégies des éleveurs, Juillet 2010.

PNUD Rapport mondial sur le développement humain 2007/2008 La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé.

Sultan, Benjamin et al. : La question de la vulnérabilité et de l'adaptation de l'agriculture sahélienne au climat au sein du programme AMMA *in* La Météorologie - N° Spécial AMMA (Analyses multidisciplinaires de la mousson africaine) - Octobre 2012  
[http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/48134/Meteo\\_2012\\_SP\\_64.pdf?sequence=1](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/48134/Meteo_2012_SP_64.pdf?sequence=1)

Tchad, Ministère de l'élevage et des ressources animales : Plan national de développement de l'élevage (2009-2016).

Tchad, Ministère de l'environnement, de l'eau et des ressources halieutiques : Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques (PANA-Tchad), Nov. FEM/PNUD, 2009.

Tchad. Haut Comité National pour L'environnement, Ministère de l'environnement et de l'eau. Communication nationale initiale faite à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 2001. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/chanc1.pdf>.

Thornton, P.K. van de Steeg, J. Notenbaert, A. Herrero M.: The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems* 101 (2009) 113–127.

Toutain B., Marty A., Bourgeot A., Ickowicz A. & Lhoste P., 2012. Pastoralisme en zone sèche. Le cas de l'Afrique subsaharienne. Les dossiers thématiques du CSFD. N°9. Février 2012. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 60 pp.

Wilson R.T., De Leeuw P.N., and Haan C., 1983: Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali : résultats préliminaires. Research Report No. 5 ILCA, Addis Ababa, Ethiopia