

CR 99/2

International Court  
of Justice

THE HAGUE

Cour internationale  
de Justice

LA HAYE

YEAR 1999

*Public sitting*

*held on Tuesday 16 February 1999, at 10 a.m., at the Peace Palace,*

*President Schwebel presiding*

*in the case concerning Kasikili/Sedudu Island (Botswana/Namibia)*

---

VERBATIM RECORD

---

ANNEE 1999

*Audience publique*

*tenue le mardi 16 février 1999, à 10 heures, au Palais de la Paix,*

*sous la présidence de M. Schwebel, président*

*en l'affaire de l'Ile de Kasikili/Sedudu (Botswana/Namibie)*

---

COMPTE RENDU

---

*Present:*

President	Schwebel
Vice-President	Weeramantry
Judges	Oda
	Bedjaoui
	Guillaume
	Ranjeva
	Herczegh
	Shi
	Fleischhauer
	Koroma
	Vereshchetin
	Higgins
	Parra-Aranguren
	Kooijmans
	Rezek
Registrar	Valencia-Ospina

---

*Présents :* M. Schwebel, président  
M. Weeramantry, vice-président  
MM. Oda  
Bedjaoui  
Guillaume  
Ranjeva  
Herczegh  
Shi  
Fleischhauer  
Koroma  
Vereshchetin  
Mme Higgins,  
MM. Parra-Aranguren,  
Kooijmans  
Rezek, juges  
  
M. Valencia-Ospina, greffier

---

*The Government of the Republic of Botswana is represented by:*

Mr. Abednego Batshani Tafa, Advocate of the High Court and Court of Appeal of Botswana,  
Deputy Attorney-General,

*as Agent, Counsel and Advocate;*

H.E. Mr. S. C. George, Ambassador of the Republic of Botswana to the European Union, Brussels

*as Co-Agent;*

Mr. Molosiwa L. Selepeng, Permanent Secretary for Political Affairs, Office of the President,

Professor Ian Brownlie, C.B.E., Q.C., F.B.A., Chichele Professor of Public International Law,  
University of Oxford, Member of the International Law Commission, Member of the English  
Bar,

Lady Fox Q.C., former Director of the British Institute of International and Comparative Law,  
Member of the English Bar,

Dr. Stefan Talmon, *Rechtsassessor*, D. Phil. (Oxon), LL.M. (Cantab), *Wissenschaftlicher Assistent*  
in the Law Faculty of the University of Tübingen,

*as Counsel and Advocates;*

Mr. Timothy Daniel, Solicitor of the Supreme Court; Partner, D. J. Freeman (Solicitors) of the City  
of London,

Mr. Alan Perry, Solicitor of the Supreme Court; Partner, D. J. Freeman (Solicitors) of the City of  
London,

Mr. David Lerer, Solicitor of the Supreme Court; Assistant, D. J. Freeman (Solicitors) of the City  
of London,

Mr. Christopher Hackford, Solicitor of the Supreme Court; Assistant, D. J. Freeman (Solicitors)  
of the City of London,

Mr. Robert Paydon, Solicitor of the Supreme Court; Assistant, D. J. Freeman (Solicitors) of the  
City of London,

*as Counsel;*

Professor F. T. K. Sefe, Professor of Hydrology, Department of Environmental Science, University  
of Botswana, Gaborone,

Mr. Isaac Muzila, B. Sc. Civil Engineering, Principal Hydrological Engineer, Department of Water  
Affairs, Botswana,

Mr. Alan Simpkins, F.R.I.C.S., Prof. M.I.T.E.S. (S.A.), L.S. (Bots.), Chief Surveyor and Deputy to  
Director, Department of Surveys and Mapping, Botswana,

***Le Gouvernement du Botswana est représenté par :***

M. Abednego Batshani Tafa, *Advocate* de la *High Court* et *Court of Appeal* du Botswana, *Attorney-General* adjoint,

*comme agent, conseil et avocat;*

S. Exc. M. S. C. George, ambassadeur de la République du Botswana auprès de l'Union européenne à Bruxelles,

*comme coagent;*

M. Molosiwa L. Selepeng, secrétaire permanent aux affaires politiques, services de la présidence

M. Ian Brownlie, C.B.E., Q.C., F.B.A., professeur de droit international public à l'Université d'Oxford, titulaire de la chaire Chichele, membre de la Commission du droit international, membre du barreau d'Angleterre,

Lady Fox Q.C., ancienne directrice du British Institute of International and Comparative Law, membre du barreau d'Angleterre,

M. Stefan Talmon, *Rechtsassessor*, D. Phil. (Oxon), LL. M. (Cantab.), *Wissenschaftlicher Assistent* à la faculté de droit de l'Université de Tübingen,

*comme conseils et avocats;*

M. Timothy Daniel, *Solicitor* de la *Supreme Court*; associé, cabinet D. J. Freeman de la *City* de Londres,

M. Alan Perry, *Solicitor* de la *Supreme Court*; associé, cabinet D. J. Freeman de la *City* de Londres,

M. David Lerer, *Solicitor* de la *Supreme Court*; assistant, cabinet D. J. Freeman de la *City* de Londres,

M. Christopher Hackford, *Solicitor* de la *Supreme Court*; assistant, cabinet D. J. Freeman de la *City* de Londres,

M. Robert Paydon, *Solicitor* de la *Supreme Court*; assistant, cabinet D. J. Freeman de la *City* de Londres,

*comme conseils;*

M. F.T.K. Sefe, professeur d'hydrologie, département des sciences de l'environnement, de l'Université du Botswana, Gaborone,

M. Isaac Muzila, B.Sc. (génie civil), ingénieur général en hydrologie, département des ressources en eau du Botswana,

M. Alan Simpkins, F.R.I.C.S., (prof.) M.I.T.E.S. (S.A.), L.S. (Bots.) géomètre en chef et adjoint au directeur au département de la topographie et de la cartographie (Botswana),

Mr. Scott B. Edmonds, Director of Cartographic Operations, GeoSystems Global Corporation, 9421 Rumsey Road, Columbia, Maryland,

Mr. Robert C. Rizzutti, Senior Mapping Specialist, GeoSystems Global Corporation, 9421 Rumsey Road, Columbia, Maryland,

Mr. Justin E. Morrill, Senior Multimedia Designer, GeoSystems Global Corporation, 9421 Rumsey Road, Columbia, Maryland,

*as Scientific and Technical Advisers;*

Mr. Bapasi Mphusu, Chief Press Officer, Department of Information and Broadcasting, Government of Botswana,

*as Information Adviser;*

Mrs. Coralie Ayad, D. J. Freeman (Solicitors) of the City of London,

Mrs. Marilyn Beeson, D. J. Freeman (Solicitors) of the City of London,

Ms Michelle Burgoine, D. J. Freeman (Solicitors) of the City of London,

*as Administrators.*

***The Government of the Republic of Namibia is represented by:***

Dr. Albert Kawana, Permanent Secretary, Ministry of Justice of Namibia,

*as Agent, Counsel and Advocate;*

H.E. Dr. Zedekia J. Ngavirue, Ambassador of the Republic of Namibia to the Netherlands, Brussels, Belgium,

*as Deputy-Agent;*

Professor Abram Chayes, Felix Frankfurter Professor of Law, Harvard Law School,

Professor Sir Elihu Lauterpacht, C.B.E., Q.C., Honorary Professor of International Law, University of Cambridge, Member of the Institut de droit international,

Mr. Jean-Pierre Cot, Professor Emeritus, Université de Paris I (Panthéon-Sorbonne), avocat aux barreaux de Paris et de Bruxelles, Vice-President of the European Parliament,

Professor Dr. Jost Delbrück, Director of Walther-Schücking Institute of International Law, University of Kiel,

Professor Dr. Julio Faundez, Professor of Law, University of Warwick,

*as Counsel and Advocates;*

M. Scott B. Edmonds, directeur des opérations cartographiques, société GeoSystems Global Corporation, 9421 Rumsey Road, Columbia, Maryland (Etats-Unis),

M. Robert C. Rizzutti, cartographe hors classe, société GeoSystems Global Corporation, 9421 Rumsey Road, Columbia, Maryland (Etats-Unis),

M. Justin E. Morrill, concepteur multimédia hors classe, société GeoSystems Global Corporation, 9421 Rumsey Road, Columbia, Maryland (Etats-Unis),

*comme conseillers scientifiques et techniques;*

M. Bapasi Mphusu, attaché de presse principal. département de l'information et de la radiotélévision, Gouvernement du Botswana,

*comme conseiller à l'information;*

Mme Coralie Ayad, cabinet D.J. Freeman de la City de Londres,

Mme Marilyn Beeson, cabinet D.J. Freeman de la City de Londres,

Mme Michelle Burgoine, cabinet D.J. Freeman de la City de Londres,

*comme administrateurs.*

***Le Gouvernement de la République de la Namibie est représenté par :***

M. Albert Kawana, secrétaire permanent, ministère de la justice de la Namibie,

*comme agent conseil et avocat;*

S. Exc. M. Zedekia J. Ngavirue, ambassadeur, ambassade de Namibie à Bruxelles, Belgique,

*comme agent adjoint;*

M. Abram Chayes, professeur de droit titulaire de la chaire Felix Frankfurter à la faculté de droit de l'Université de Harvard,

Sir Elihu Lauterpacht, C.B.E., Q.C., professeur honoraire de droit international à l'Université de Cambridge, membre de l'Institut de droit international,

M. Jean-Pierre Cot, professeur émérite à l'Université de Paris I (Panthéon-Sorbonne), avocat aux barreaux de Paris et de Bruxelles, vice-président du Parlement européen,

M. Jost Delbrück, directeur de l'Institut de droit international Walther-Schücking à l'Université de Kiel,

M. Julio Faundez, professeur de droit à l'Université de Warwick,

*comme conseils et avocats;*

Professor W. J. R. Alexander, Emeritus Professor of Hydrology, University of Pretoria,

Professor Keith S. Richards, Department of Geography, University of Cambridge,

Colonel Dennis Rushworth, Former Director of the Mapping and Charting Establishment, Ministry of Defence of the United Kingdom,

Dr. Lazarus Hangula, Director, Multidisciplinary Research Centre, University of Namibia,

*as Advocates;*

Dr. Arnold M. Mtopa, Chief Legal Officer, Ministry of Justice of Namibia,

Dr. Collins Parker, Chief Legal Officer, Ministry of Justice of Namibia,

*as Counsel and Advisers;*

Mr. Edward Helgeson, Fellow, Lauterpacht Research Centre for International Law, University of Cambridge,

Ms. Tonya Putnam, Harvard Law School,

Mr. Samson N. Muhapi, Special Assistant to the Permanent Secretary, Ministry of Justice of Namibia,

Ms. Kyllikki M. Shaduka, Private Secretary, Ministry of Justice of Namibia,

Ms. Mercia G. Louw, Private Secretary, Ministry of Justice of Namibia,

*as Administrative staff.*

M. W.J.R. Alexander, professeur émérite d'hydrologie à l'Université de Pretoria,

M. Keith S. Richards, professeur au département de géographie de l'Université de Cambridge,

le colonel Dennis Rushworth, ancien directeur du service de cartographie de l'armée au ministère de la défense du Royaume-Uni,

M. Lazarus Hangula, directeur du centre de recherche pluridisciplinaire de l'Université de Namibie,

*comme avocats;*

M. Arnold M. Mtopa, juriste principal au ministère de la justice de la Namibie,

M. Collins Parker, juriste principal au ministère de la justice de la Namibie,

*comme conseils et conseillers;*

M. Edward Helgeson, chargé de recherche au Lauterpacht Research Centre for International Law de l'Université de Cambridge,

Mme Tonya Putnam, de la faculté de droit de l'Université Harvard,

M. Samson N. Muhapi, assistant spécial du secrétaire permanent du ministère de la justice de la Namibie,

Mme Kyllikki M. Shaduka, secrétaire particulière au ministère de la justice de la Namibie,

Mme Mercia G. Louw, secrétaire particulière au ministère de la justice de la Namibie,

*comme auxiliaires administratifs.*

The PRESIDENT: Please be seated. Professor Chayes.

Mr. CHAYES: Mr. President, Members of the Court.

In the bundle of today's material, you will find it behind a yellow divider in the book, the outline of today's presentation is the first item.

As you see from that outline, we propose to start today with a short video introducing you to the area around Kasikili Island and to the general region of the Chobe River. For the benefit of those who would prefer to watch in French, we have provided a transcript of the narration to the translators, so you will be able to hear in French the same audio that others are hearing in English.

Mr. TAFSA: Unfortunately we have not been provided with copies of the folder that Professor Chayes is talking about.

Mr. CHAYES: I think we gave folders to the Registrar for the Botswana delegation. If they are not there, I will ask Mr. Helgeson to see if it can be sorted out. I am very sorry that they have not been distributed but we provided the appropriate number of copies to the Registrar's office.

After the video, Professor Alexander will make a presentation on the hydrology of the Chobe River, and particularly in the vicinity of Kasikili Island. That will be followed by Professor Richards, who will talk about the geomorphology of the area and then I will summarize the law — a one syllable word! Thank you, Mr. President. The video will now begin.

The PRESIDENT: Thank you, Professor Chayes. We are looking into the question of the supply of the material to the delegation of Botswana and appreciate the intervention of the distinguished Agent. Please proceed.

**[Video presentation starts]**

The Eastern Caprivi: this programme is a record of scientific observations between March and May 1998, made at the request of the Government of the Republic of Namibia for the assistance of the International Court of Justice. Professor Alexander and a team from the Namibian

Department of Water Affairs were investigating the Chobe River, especially the channels each side of the area now in dispute — Kasikili Island.

In the Caprivi Strip, the Chobe River first enters Namibia here, across the frontier from Angola and Zambia to the north. Our team starts close to this border, making a helicopter journey down the river to show its basic features. It is March 1998.

Leaving Kongola Bridge, the Chobe River follows a meandering course southwards down the wide flood plain. Typical of such a meandering river are curved stretches of water that were once part of the river but are no longer — cut-off meanders, also called oxbow lakes.

The bare strip at the top right of the picture marks the border between Namibia to the right and Botswana to the left — it comes towards us along the 18th parallel. Where it meets the sinuous Chobe River, the border turns to follow the river downstream.

The river flows south-east until it meets the Chobe Ridge — at the horizontal blue line of latitude across the map. The Ridge diverts the river, which then flows north-eastwards — to the right of the picture — along the foot of the ridge. This tree-clad Ridge forms the right bank of the Chobe River almost all the way to Kasikili Island — and beyond.

After meeting the Ridge, the river enters a wide area of shallow swamp; in the semi-arid climate the water evaporates progressively into the atmosphere. Here, the river and its flood plain have completely dried up.

Further downstream, and seen from ground level, the right bank of the river is clearly defined at the foot of the Ridge — but evaporation from the upstream swamps results in the river being completely dry, so the helicopter can land. By contrast the left bank is not clearly defined at all. On the map, we are now about half-way between where the river first meets the Ridge and Ngoma Bridge.

The helicopter takes off again, flying along the dry river-bed. Hydrological records show that no water has passed this point for 15 years. Though the map shows pale blue — for water — in the lake at Liambezi, the lake-bed too is now dry.

The helicopter flies on, following the track of the river. We first sight water as Ngoma Bridge comes into view: stagnant pools in the river-bed.

Beside the bridge a hydrologist checks the measuring equipment. This will record the changes in water level, when flow later takes place in the river at this point.

Following the Chobe River downstream, its course remains alongside the foot of the tree-clad Chobe Ridge on the right. As we pass Serondela, the river is beginning to widen — and finally approaches Kasikili Island itself.

The model shows the shape of the Island when it is not submerged. Upstream — on the left — is the bifurcation, where the Chobe River divides each side of the Island. The northern channel runs up to Kasika, where the dead-end spur channel comes in, then round a curve to join the southern channel again at the confluence near the top right of the model. From the bifurcation the southern channel runs next to the tree-clad Ridge, past the Chobe National Park Headquarters on the Botswana bank and then into a straight stretch towards the confluence. The southern channel, as shown on the model, is the thalweg channel of the main channel. This lies within a broader channel overlying it, now superimposed on the model: it is this which is the main channel.

Here is the view of the Island looking across the northern channel from the north; at this time in March, overbank flow from the Zambezi River to the north is moving into the eastern leg of the northern channel — Kasikili is already partly submerged.

The team's base is at Kasika. The hydrological objective is to install equipment and make a reconnaissance trip anti-clockwise round the Island. The plan is to go upstream through the northern channel as far as the bifurcation, turning into the southern channel and travelling its whole length as far as the confluence, then returning to base via the rest of the northern channel.

At Kasika itself, the team first has to erect gauge plates to measure the water level; they then transfer these levels to recording equipment. The equipment is installed and then tested. We are now in the reconnaissance boat leaving Kasika — permanently moored is the floating hotel the *Zambezi Queen*. Our boat moves up the northern channel of the river. The lone tree on the Island

bank is a landmark we will see again — here is its position on the model. Opposite it, the team carries out its first observations. Green tracer dye poured into the water shows that there is very little movement.

Further along the northern channel, the team gets a surprise . . .

Higher up the northern channel, the reconnaissance boat stops here, at the second of two gaps in the bank on the Island side, looking towards the Chobe Ridge. At higher water levels, flow takes place here through the gaps and into the main channel beyond — but the tracer dye shows that now, in March, there is no significant movement.

The boat moves onwards, reaching the bifurcation and turning the corner from the northern channel into the southern channel, close to the Ridge. We are now looking downstream — where the water is deep enough for this hippo to be completely submerged. There is also no obstruction to navigation.

Nearby a herd of elephants is wallowing on the Chobe Ridge side of the wide southern channel — as the camera pans left, Kasikili Island comes into view.

The boat now follows the middle of the southern channel, going downstream with the Chobe Ridge ahead. The river makes a wide S-bend in front of the Park Headquarters on the right bank; it then straightens out. Here, as before, the steep right bank is clearly defined, stretching away into the distance. Trees grow right down to the water's edge.

The opposite bank — Kasikili Island — is quite different: it's flat and low. Within a month, in April, water will flow across the Island into this southern channel.

The boat now reaches the confluence of the two channels, turning left up the northern channel round the far corner of the Island. These three trees are at the highest point of Kasikili Island. On the edge of the northern channel on the Island side are papyrus mats and waterlilies. They rise and fall with changes in the water level; their presence indicates that the water velocity is low in this part of the channel.

The team has now completed its first circuit of the Island and returns to base at Kasika.

It's another day in March. For the next part of the investigations, the team joins the helicopter again, at Katima Mulilo on the Zambezi River. The aim is to trace the overbank flow from the river across the flood plain, towards Kasikili and the Chobe Ridge.

As we leave Katima Mulilo, the Zambezi is wide and stays within its banks. But within 10 kilometres downstream the river begins to overflow, inundating the flood plain on its way towards the Chobe Ridge. The Masubia who live here have already moved to higher ground, as their ancestors have done for generations. Their villages are empty in anticipation of the rising water — this already covers more than 1,000 square kilometres.

We now see the Chobe Ridge ahead. The whole flood plain is inundated, with water moving south towards the Ridge. The journey over, the helicopter touches down again at Kasika.

It's now a month later, April 1998, and the water level at Kasika has risen — from 2 to nearly 3.6 metres on the gauge plate. To see the effects of this inundation, the team makes a helicopter trip upstream, following the Chobe River from Kasika back up to Ngoma Bridge. We're leaving Kasika and are flying up the Chobe River: on the right is a spur channel and in the centre is the northern channel. The river is now full — water from the flood plain on the right is entering the Chobe River beneath the helicopter. As always, the right bank is clearly defined. The water has now reached the Chobe Ridge, following it upstream as far as Ngoma Bridge. In March, a month before, there were only stagnant pools here and the water level recorder showed no water — now, at the same point, water is flowing strongly in an upstream direction. In about two weeks, the flow will reverse.

Still in April, and with the flow now at its peak, on the next day the team does another circuit of Kasikili Island by boat, this time clockwise, to observe the flow. The first point is in the southern channel, looking upstream towards the bifurcation. Here the water is now flowing strongly down the wide main channel towards us. The boat now turns round the nose of the bifurcation into the northern channel. Immediately the velocity of the water is much lower. The boat is allowed to drift with the current, to show its velocity and direction. Two swallows perch on the boat, as

it drifts quietly. As the motor is restarted, they fly off. This drifting boat test shows that water is moving out of the northern channel into the main channel, towards the Chobe Ridge.

Further along the northern channel, green tracer dye also shows water moving out of the northern channel and into the main channel.

The boat moves to the lone tree the team visited a month before. Now the Island bank of the northern channel at this spot is completely under water; here to, water is moving out of the channel across its submerged bank.

Green tracer dye is used again. As it disperses and starts to move, it confirms the flow of water from the north, across the flood plain and past Kasika, directly into the eastern leg of the northern channel.

The team now tests its equipment before taking the boat out again. The first gauging site is near the confluence of the two channels, in the straight section of the southern channel. The team sets up the geodimeter on the Botswana bank. Tourist boats pass frequently while the team takes measurements.

At each site, the anchor is lowered to keep the boat in position. The prism reflects a light beam back to the geodimeter to measure distance; the counter records revolutions in the submerged current meter. The figures are radioed back to the bank; the anchor is raised; and the team moves to the next position in the same cross-section.

Later in the same day, the team is in the northern channel, where Botswana has erected a pole on the Namibian bank. The team measures the water depth at the pole, then moves across to the other bank to erect the geodimeter. A patrol boat from the Botswana Defence Force arrives: the team, feeling threatened by this, the third approach from the BDF, abandons further observations and heads back to Kasika. On the way, the team overtakes a tourist boat — one of only two the team observes in the northern channel at any time during all its visits.

It's now a month later still, May 1998, and the waters begin to recede; the team returns to Kasikili to undertake a final complete set of gaugings in both channels. At each site the team uses the same equipment and follows the same standard procedures.

For this final set of measurements there are four sites, two in the northern channel — N1 and B1 — and two in the southern — N2 and B2. Here now are the figures for the measured flow at each site, in cubic metres per second — 153 and 188 in the northern channel, 178 and 247 in the southern.

At site B2 in the southern channel, there's busy activity in the river while the team takes its measurements. A procession of tourist boats moves past. In all, 17 boats pass by in 57 minutes. The team follows the tourist boats upstream. On the Botswana side, where the Chobe Ridge dips down to the river, it is obvious what the visitors have come to see.

From a hydrological point of view, though, what do the observations undertaken by Professor Alexander and his team over three months actually show?

First, the bed of the Chobe River is dry from above Lake Liambezi all the way down to Ngoma Bridge.

Second, as late as March, there was little or no movement of the water in the northern channel.

Third, when water flows in the Chobe River downstream past Kasikili Island, its source is the overbank flow from the Zambezi River.

Fourth, overbank flow from the Zambezi also reaches the eastern leg of the northern channel, but this comes directly from the north without passing through the Chobe River upstream of the Island.

Fifth, by April, water was flowing strongly downstream in the southern channel.

And finally, the measurements taken show that the largest proportion of the flow in the Chobe River originating upstream of the Island passes through the main channel to the south of the Island.

**[Video presentation ends.]**

Mr. CHAYES: Mr. President, I invite you to call on Professor Alexander.

The PRESIDENT: Thank you. Professor Alexander please.

Mr. ALEXANDER: Thank you Mr. President, Members of the Court.

**5. THE IDENTIFICATION OF THE MAIN CHANNEL OF THE CHOBE RIVER  
AT KASIKILI ISLAND**

**1. Title**

1.1. Mr. President and Members of the Court.

1.2. I am Will Alexander and I am an Emeritus Professor in Hydrology in the Department of Civil Engineering at the University of Pretoria in South Africa. I have acted as an adviser on scientific and hydrological matters to the Government of the Republic of Namibia throughout the preparation of this case. I am the author of the scientific reports that accompanied Namibia's Memorial, Counter-Memorial and Reply. I took the footage of the video that you have just seen and I was responsible for the initial editing and assembly of this material. The video was subsequently professionally compiled in London where the animation sequences and commentary were added.

1.3. My curriculum vitae is printed in the Annexes to Namibia's Reply.

1.4. In this presentation I demonstrate that the main channel of the Chobe River at Kasikili Island passes to the south of the Island and not to the north of it.

Mr. President, copies of all the slides that you see on the screen, including the text slides, are included in the judges' files.

**2. Definition of main channel**

2.1. The following are the definitions of the main channel given in the Memorials of the two countries: "The main channel of a river is the channel that conveys the largest proportion of the annual flow in the river." That is Namibia's definition<sup>1</sup>. "The main channel is the channel which

---

<sup>1</sup>NM, Vol. VI, Part 1, para. 2.8.

carries the greater amount of water." That is Botswana's definition<sup>2</sup>. There is no meaningful difference between these two definitions.

### **3. Identification of the main channel**

3.1. In this presentation I demonstrate that the main channel of the Chobe River at Kasikili Island passes to the south of the Island and not to the north of it. This conclusion is based on the following four aspects. Each of these on its own is sufficient to demonstrate this fact. In combination they are conclusive.

- (i) Studies of aerial photographs. The characteristics and position of the main channel of the Chobe River are clearly distinguishable on all aerial photographs of the island.
- (ii) Theoretical considerations. There is strong theoretical support for this conclusion in scientific publications, as well as in laboratory studies in which I participated.
- (iii) Indicators of the movement of water and sediment are present within the southern channel, but they are absent from the northern channel.
- (iv) Flow measurements confirm that the bulk of the flow in the Chobe River at Kasikili Island passes to the south of the Island, and not to the north of it.

### **4. Routes travelled in the Eastern Caprivi<sup>3</sup>**

4.1. This figure is from my second supplementary report. It shows the routes that I have travelled in the Eastern Caprivi.

4.2. The Chobe River is the centre of interest in this map. The boundary as described in the 1890 Treaty commences at the intersection of the 18th degree south parallel with the Chobe River. The boundary follows the course of the Chobe River through to the confluence of the Chobe and Zambezi Rivers. I now indicate: it starts here, goes down, up towards Liambezi, Chobe Ridge and the confluence.

---

<sup>2</sup>CMB, para. 385.

<sup>3</sup>RN, Vol. II, fig. 1.

4.3. The Zambezi River is the fourth largest river in Africa. It enters the Caprivi Strip at Katima Mulilo and flows through its own flood plain to the confluence with the Chobe River, and then on to the Indian Ocean. It starts here, to Katima Mulilo and in this direction down to the confluence.

4.4. I have travelled extensively within the region bounded by the two rivers in four-wheel drive motor vehicles as well as by helicopter. I have also travelled by boat along the navigable reaches of the two rivers. I have a thorough knowledge of the hydrological characteristics of the rivers and streams in this region. I also have an extensive photographic and video record of the whole region.

#### **5. June 1997 mosaic of aerial photographs<sup>4</sup>**

5.1. This is the western part of a mosaic of aerial photographs from the Botswana Counter-Memorial. The flow direction in this photograph is from left to right. Kasikili Island is this feature in the centre of the photograph. The flow is from left to right and this is Kasikili Island here.

5.2. There are three channels of interest in the vicinity of the Island. The Spur channel runs from left to right at the top of the illustration — Spur channel. Although it is visually the largest of the three channels, it is broader, it is blocked by sediment at its upper (left hand) end and is no longer functional. It is blocked by sediment, here.

5.3. The northern channel is the channel in the middle of the photograph — northern channel. As I explain in my reports this channel is also in the process of being blocked by sediment at its upper end.

5.4. The northern channel is narrower than the Spur channel — as you see here the northern channel is narrower than the Spur channel. The results of the joint survey carried out by surveyors of South Africa and Botswana in 1985 show that the Spur channel is also deeper than the northern channel. Although the Spur channel is both wider and deeper than the northern channel, it is no

---

<sup>4</sup>Attachment to the Botswana Counter-Memorial, western part of photograph 11.

longer functional. It therefore follows that *neither channel width, nor channel depth*, can be used to determine the channel that conveys most of the water that flows in the Chobe River at Kasikili Island.

5.5. The third channel runs to the south of the Island. It is immediately apparent that the characteristics of this channel are fundamentally different from those of the other two channels. In this presentation I will show that the southern channel is a typical *thalweg channel* lying within the wider main channel.

5.6. Another feature of interest is this straight reach of the southern channel. As I show in my reports, this is a deep, narrow trough formed by a rupture of the earth's crust. It extends in a straight line all the way through to the Mambova rapids to the east of this photograph.

5.7. The *right* bank of the Chobe River lies at the foot of the Chobe Ridge and extends in an unbroken line from left to right along the lower part of this photograph — the right bank of the Chobe River.

5.8. The *left* bank of the Chobe River starts at the top, left hand edge of this photograph. It follows the left bank of a broad channel — it comes down here. It crosses the bifurcation zone and follows this clearly distinguishable feature across the Island and into the southern channel.

5.9. Several sediment bars are located within the Chobe River in the left hand half of the photograph upstream of Kasikili Island. These are aligned parallel to the direction of flow of the river. A prominent feature is the four sediment bars within the main channel. These are formed when submerged by water flowing parallel to them.

5.10. There are no such features along or within the northern channel.

5.11. I will now demonstrate that features within this length of the southern channel.

There is an echo Mr. President, is it bothering you?

The PRESIDENT: I can hear quite clearly.

Mr. ALEXANDER: There are no such features along or within the northern channel. I will now demonstrate that the features within this length of the southern channel, are typical of those of a thalweg channel within a wider main channel.

#### **6. Chobe River at Ngoma Bridge<sup>5</sup>**

6.1. This figure is from my second supplementary report. The upper panorama was photographed in September 1995 when there was no flow in the Chobe River at this site. I indicated that the pool of water in the foreground was part of a meandering thalweg channel. I also indicated that this thalweg channel was overlain by the main channel of the Chobe River, the banks of which were indicated by the tree lines at the edges of the photograph — tree lines on the right and tree lines on the left.

6.2. This interpretation was vindicated in this April 1998 photograph taken when there was flow in the Chobe River, which shows the water surface extending between the same two tree lines — extending from the left, through to the right. This is not the flood plain of the Chobe River. It is the channel of the Chobe River through which flow takes place.

#### **7. Mfolosi River<sup>6</sup>**

7.1. This photograph of the Mfolosi River in South Africa is from my main report. It illustrates the characteristics of a meandering thalweg channel within the main channel of the river. During the low flow season the small base flow has to follow a meandering path within the river-bed. This is because the flow does not have sufficient energy to follow a straight path. However, during the high flow season the flow is much larger and its energy is sufficient to cause it to follow a straighter path that occupies the full width of the river. After the flow in the river subsides, it returns to the thalweg channel. The thalweg channel and the overlying main channel are clearly identified in this photograph, the sinuous thalweg channel and the wider main channel across and above it.

---

<sup>5</sup>RN, Vol. II, fig. 9.

<sup>6</sup>MN, Vol. VI, Part 1, Apps., sheet 3, photograph of the Mfolosi River.

## 8. Schumm diagram<sup>7</sup>

8.1. I reproduced this diagram in my main report from a publication by Schumm *et al*, in 1987. I discussed it again in detail in my second supplementary report. A feature identified as a THALWEG CHANNEL is shown on the top of the diagram, the thalweg channel. The path of maximum velocity lies within the thalweg channel: this dotted line down here is the path of maximum velocity. The thalweg channel has a sinuous shape and lies within the main channel which is straighter, that is the main channel.

8.2. Paragraph 11 of Appendix 4 of the Botswana Counter-Memorial reads as follows: "There is no geomorphological entity that can be identified as a 'thalweg channel'" and Schumm *et al* (1987) *made no attempt to define one.*"

8.3. This statement is clearly at variance with the facts as here is Schumm's definition of the thalweg channel.

8.4. I wish to emphasize the curved nature of the thalweg channel within the straighter channel within which it flows. The shaded areas in this diagram are areas of active bar deposition. These can be seen in the following photograph.

## 9. Laboratory studies<sup>8</sup>

9.1. This is an enlargement of a photograph in my second supplementary report. I took the photograph in the laboratory of the Colorado State University in 1971 when I attended a course on river mechanics. The meandering thalweg channel can be seen, as well as four sediment bars within the deposition area of a wider channel. These four sediment bars are of particular interest, the thalweg channel lying around there and the main channel being this broader channel.

9.2. The photograph of the Mfolosi River, the Schumm diagram and this laboratory study provide theoretical confirmation that the western arm of the southern channel is a thalweg channel within the main channel of the Chobe River that overlies it.

---

<sup>7</sup>MN, Vol. VI, Part 1, Apps., diagram 3.

<sup>8</sup>RN, Vol. II, enlargement of part of photograph 61.

## **10. Aerial photographs (1)<sup>9</sup>**

10.1. This series of four enlargements of the bifurcation area of Kasikili Island is from my second supplementary report. The progressive development of the four sediment bars during this 40-year period can be seen in this set of aerial photographs. Mr. President, I would like to start on the bottom right and this is 1981 and you could see again four sediment bars lying within the broader channel and bounded by the thalweg channel. Those sediment bars there, if you look from 1943, you will see that there is nothing to see there, 1963 they are starting to emerge, 1972 and then fully emerged in 1981. So these sediment bars grew over that 40-year period. These aerial photographs all show the two banks of the main channel of the Chobe River at Kasikili Island. These are indicated by red arrows on the photographs, the red arrows indicating the two banks of the main channel.

## **11. Aerial photographs (2)**

11.1. These are the remaining three aerial photographs from the same figure in my second supplementary report. The 1985 photograph was taken when there was no flow in either channel. The 1997 photograph was taken when the flow was subsiding from an earlier peak. The 1998 photograph was taken when the flow in the Chobe River was near its peak. The progressive widening of the entrance to the main channel with increase in river flow is evident in these photographs. And as you can see in this 1998 photograph, there you see the full width of the main channel of the Chobe River.

## **12. Bank erosion and deposition<sup>10</sup>**

12.1. This diagram is from my main report. It shows the typical characteristics of a river flowing through alluvium. In my main report I showed photographs of typical bank erosion and sediment deposition. The only diagram that I am going to refer to now is the bottom one. These features are shown on the bottom diagram. That is the latest erosion and deposition, erosion and

---

<sup>9</sup>RN, Vol. II, derived from fig. 22.

<sup>10</sup>MN, Vol. VI, Part 1, diagram 1.

deposition, progressive. In my reports I demonstrated that these features of erosion and deposition are absent in the northern channel. This indicated that there is an absence of appreciable flow of water and sediment through the northern channel.

### **13. Graph of flow in the Zambezi River<sup>11</sup>**

13.1. This graph is from my second supplementary report. It shows the average daily flow in the Zambezi River at Katima Mulilo during the period 21 February to 1 June 1998.

13.2. The Namibian Department of Water Affairs informed me of the rapid rise in the flow in the river during the latter half of February. It lies there. Arrangements were made for me to visit the site from 2 to 6 March at the beginning of the seasonal flow in the Zambezi River. During that visit we inspected water level recorders and flow gauging stations. We erected new gauge plates and water level recorders. We therefore had a good hydrological network in place to measure water levels and flows during the forthcoming season.

13.3. This activity was shown on the video and there is no need for me to repeat it here.

13.4. The Namibian Department of Water Affairs kept in contact with hydrologists in Zambia, that is upstream, who observed the flow in the Zambezi River well upstream of Katima Mulilo. Using this information we were able to predict that the peak flow in the Zambezi River at Katima Mulilo would arrive early in April. Accordingly, arrangements were made for Namibian hydrologists to accompany me to measure the flow in the Chobe River at the anticipated time of the peak flow from 9 to 13 April, and again from 29 April to 3 May when the water in the river would be receding. Arrangements were also made for aerial photographs to be taken of the Chobe River at Kasikili Island during the period of maximum flow in the river.

13.5. Botswana was informed of our proposed visits through diplomatic channels.

---

<sup>11</sup>RN, Vol. II, fig. 7a.

#### 14. Aerial view of island showing points of interest<sup>12</sup>

14.1. This aerial photograph is from my second supplementary report. It was taken during the peak flow in the Chobe River at Kasikili Island. However, three weeks earlier, on 3 March, we completed the installation of the water level recording equipment. We then undertook a reconnaissance tour of the island by boat. This was recorded on my video that was shown earlier, as well as on five photographs in my second supplementary report.

14.2. Point A is on Kasika where we established our operational base.

14.3. We used the dye tracer test at the lone tree site in the northern channel at Point C. That was the lone tree dye tracer in the northern channel. This showed that there was a slight *upstream* movement of water in the northern channel on 3 March.

14.4. The reason for the upstream movement of water was the inflow of water from the Zambezi River into the northern channel in this area G just downstream of Kasika. There was an inflow into the northern channel in this area. This inflow caused the annual reversal of the direction of flow in the lower reaches of the Chobe River. The annual flow reversal is well known to all hydrologists who have worked in this region.

14.5. Further up the northern channel we encountered a hippo on the river bank at Point D. So you saw the hippo. The reason for our excitement was that paragraphs 310 to 312 of the Botswana Counter-Memorial included sworn affidavits in which it was claimed that there were no hippos in the northern channel. Botswana then stated that this indicated that the northern channel was deeper than the southern channel, and consequently it was the main channel.

14.6. We did not see any hydrological activity by Botswana hydrologists during this period. I discuss their measurements later in this presentation.

14.7. Our second visit took place on 9 to 13 April when the flow in the Zambezi River at Katima Mulilo, as well as in the Chobe River at Kasikili Island had reached its peak. As I will show in the following photographs there was a very strong *downstream* flow of water through the

---

<sup>12</sup>RN, Vol. II, fig. 8.

southern channel at Point E. Strong downstream flow we saw it in the video coming down there. There was significantly less flow through the northern channel, up here. This was shown on the video and can also be seen on photographs later in this presentation.

14.8. During this, our second visit, a flare was fired at our helicopter by the Botswana Defence Force when we were flying over the Linyanti swamps.

14.9. During this visit, when taking measurements at Botswana sites B2 and B3, we were harassed by the Botswana Defence Force patrol boats with armed troops in them. At site B3 a patrol boat with armed troops remained within 50 metres of us for more than ten minutes. I had no doubt at all that the harassment was an attempt to discourage us from taking measurements at the Botswana sites when there was a strong flow in the southern channel. I was not prepared to risk the lives of the team, however remote that risk may have been. I therefore decided to abandon further activities. This was most unfortunate, that we were prevented from taking measurements when the flow in the Chobe River at Kasikili Island was at its peak.

#### **15. Flow in the southern channel<sup>13</sup>**

15.1. This photograph is from the second supplementary report. It was taken on 10 April 1998 at the entrance to the main channel looking upstream. The channel was now much wider than it was three weeks earlier. This photograph shows both the width of the main channel as well as the high velocity of water flowing through it. *This flow down the main channel of the Chobe River, as identified in my reports, had all the characteristics of a strongly flowing river.*

#### **16. Flow out of the northern channel<sup>14</sup>**

16.1. This photograph is from my second supplementary report. It was also taken on 10 April 1998 when the flow in the northern channel was much weaker than that in the southern channel. It shows water flowing out of the northern channel and into the main channel of the

---

<sup>13</sup>RN, Vol. II, photograph 34.

<sup>14</sup>RN, Vol. II, photograph 32.

Chobe River. It then flows towards the foot of the Chobe Ridge in the distance. Due to the harassment mentioned previously we abandoned further measurements and returned to Windhoek.

### 17. Aerial photograph<sup>15</sup>

17.1. This aerial photograph is from my second supplementary report. We returned to Kasikili Island on 30 April, two weeks after this aerial photograph was taken. We stayed there until 2 May. The flow in the two channels was appreciably *less* than it was during our previous visit three weeks earlier. We carried out flow measurements at four sites — two in each of the two channels.

17.2. The two principal measurement sites were N1 in the northern channel, just upstream of the confluence with the Spur channel, and N2 just upstream of the confluence of the northern and southern channels. These two sites each have a solid bank on which the geodimeter could be mounted (on Kasika in the case of N1). The channels were clearly defined at these sites. The flows in the two channels are aggregated at these sites, in other words, this flow here consists of all flow entering upstream.

17.3. Inflows at points F and G on the illustration are flows directly from overbank flow from the Zambezi River beyond the top of the photograph. In other words, this is water coming down this way, down here. They do not originate from the Chobe River that enters from the left of the photograph. This is the Chobe River coming in from the left.

17.4. The measured flows at the four sites are shown on this photograph. The flow at Botswana site B1 was 153 cubic metres per second, and 188 cubic metres per second at the Namibian site N1. The reason for the increase in flow between sites B1 and N1 is the flow from the Chobe River via this part of the Spur channel — it comes from the Chobe River through here into there. This flows into the northern channel between sites B1 and N1. Some of this water flows directly across both banks of the northern channel. It then flows across the Island and into the southern channel. I paid particular attention to this flow during my inspections.

---

<sup>15</sup>RN, Vol. II, fig. 8.

17.5. The measured flow at Botswana site B2 on the photograph was 178 cubic metres per second. This is a very poor site, firstly because the channel banks are completely submerged. You see the reeds there but the channel banks themselves were completely submerged. More importantly, the flow at this site is only a fraction of the total flow in the main channel. You notice here it's only a small part of the main channel. There is considerable flow coming down the main channel on either side.

17.6. The measured flow at site N2 in the southern channel near the confluence was 247 cubic metres per second. This is a good site with a solid bank on the foot of the Chobe Ridge. The flow down the southern channel was therefore 31 per cent higher than that in the northern channel.

#### **18. Conclusions based on Namibia's observations and measurements**

18.1. The conclusion, based on the observations and measurements that I have described, is that most of the water in the Chobe River passes to the south of Kasikili Island and not to the north of it. This conclusion is based on the following:

- (i) The location of the main channel is clearly distinguishable on all aerial photographs.
- (ii) There is sound theoretical support in the diagram by Schumm and as well as in laboratory studies.
- (iii) There are indicators of water and sediment movement in the southern channel but they are absent in the northern channel.
- (iv) Flow measurements provide final confirmation that the bulk of the flow in the Chobe River at Kasikili Island passes to the south of the Island and not to the north of it.

#### **19. Botswana's propositions<sup>16</sup>**

19.1. The six propositions of Botswana's case are described in paragraphs 327 to 334 of the Botswana Counter-Memorial. They are as follows:

- (i) The Chobe River is the geographical feature in Article III of the 1890 Agreement.

---

<sup>16</sup>CMB, paras. 327-334.

- (ii) The Chobe River is *independent of the Zambezi River*.
- (iii) The Chobe has a stable profile as a *perennial* mature river.
- (iv) The Chobe is a perennial river with *visible and stable banks*.
- (v) There is an absence of zones of sedimentation in the northern channel.
- (vi) The Chobe is a river with *continuous flow*.

19.2. There is no disagreement on proposition (i). Proposition (v) is agreed to as a fact, but not the conclusions that are drawn from it. The remaining four propositions are shown to be unfounded, not only in my reports, but also in the video. My summarized comment on each of these four contested propositions is as follows.

## 20. Satellite image<sup>17</sup>

20.1. Botswana's proposition (ii) reads: "The flow in the Chobe River is *independent of the Zambezi River*."

20.2. This satellite image is from the Appendices to my main report. The Zambezi River flows from left to right along the top of the image. The course of the Chobe River is from left to right along the bottom of the image. It was apparent in the video, as well as my observations during my visits in 1998, that *all* the flow in the Chobe River at Kasikili Island — the Kasikili Island is down here — originated from overbank flow from the Zambezi River. There was no flow at all from the upper Chobe River, or from local tributaries. This is contrary to Botswana's claim that the Chobe River is independent of the Zambezi River.

20.3. In my main report I included a series of satellite images to show the flow of water across the Zambezi flood plain and into the Chobe River. These are called false colour images where red indicates a vegetation — mainly reeds — so the red is mainly reeds sitting above the water surface. The black areas indicate open water surface. In paragraph 10.1 of my main report I referred to this satellite image and wrote:

---

<sup>17</sup>MN, Vol. VI, Part 1, Apps., diagram 7d.

"As the flow in the Zambezi River continues to increase it overflows its banks . . . and a broad front of water flows southwards across the flood plain towards the Chobe Ridge."

as I now indicate: this is a broad front of water flowing southwards towards the Chobe River at the foot of Chobe Ridge.

20.4. Botswana's response in paragraphs 59 and 60 of Appendix 4 of the Botswana Counter-Memorial was:

"This is a complete fabrication. One wonders whether Professor Alexander was aware of the fact that on satellite imageries black does not only denote water but also wet soil."

20.5. The video showed that a vast area of the flood plain was covered by water emanating from the Zambezi River. This flowed across the flood plain towards the Chobe River. The black area in this satellite image is certainly not wet soil.

## **21. Mendelsohn & Roberts<sup>18</sup>**

21.1. This illustration is from my second supplementary report. It shows the progressive inundation of the flood plain of the Zambezi River. The Zambezi River runs along the top of the illustrations and the Chobe River is at the bottom of each of the illustrations.

21.2. The annual flow in the Zambezi River usually starts overflowing its banks in February, and by mid-March most of the flood plain is under water — as we see here. This water crosses the flood plain towards the Chobe River at the bottom of the illustrations — passes across as shown on this one to the Chobe River. By mid-May the overbank flow starts decreasing. By July most of the water on the flood plain has reached the Chobe River and the flow in that river starts decreasing. This is an annual cycle.

## **22. Helicopter in the river channel<sup>19</sup>**

22.1. Botswana's proposition (iii) reads "The Chobe has a stable profile as a perennial mature river."

---

<sup>18</sup>RN, Vol. II, fig. 5.

<sup>19</sup>RN, Vol. II, photograph 13.

22.2. This photograph of a helicopter in the bed of the Chobe River is from my second supplementary report. It was also shown in the video.

22.3. A perennial river is a river that flows throughout the year, every year. It was shown in the video as well as in the photographs in my reports that not a drop of water has passed Kasikili Island from the upper Chobe River for the past 15 years. The documents appended to my second supplementary report<sup>20</sup> show that Botswana's hydrologists were well aware of this fact. Long reaches of the Chobe River have been completely dry for many years in succession. There are many photographs in my reports that confirm this.

22.4. There can be no doubt that the Chobe River is not perennial.

### **23. Photo of Chobe River near Mabele<sup>21</sup>**

23.1. Botswana's proposition (iv) reads: "The Chobe is a perennial river *with visible and stable banks.*"

23.2. This photograph is from the Appendices to my main report. It shows the course of the river upstream of Ngoma Bridge. The line of trees in the distance indicates the far edge of the river channel, the trees in the distance indicate the far edge of the channel — the near edge is where the photograph is taken from. There are no visible and stable banks in this photograph.

23.3. As I have just shown, the Chobe River is not a perennial river. Illustrations in my reports show that there are long reaches of the Chobe River that do not have visible banks and that the location of the banks has to be inferred by other means.

23.4. The following is an extract from the 1945 Kalahari Reconnaissance Report quoted in paragraph 2.9 of my second supplementary report: "In fact, during the dry season a trader in that area travels by car across the Linyanti to Katima Mulilo on the Zambezi without crossing open water" — as one sees in this photograph. The fact that the Chobe River is not perennial has been known for more than half a century.

---

<sup>20</sup>RN, Vol. II, App. 2.

<sup>21</sup>MN, Vol. VI, Part 1, Apps., sheet 13.

#### 24. Dry Lake Liambezi<sup>22</sup>

24.1. This photograph is from my second supplementary report. It shows a member of Namibia's legal team walking across the dry bed of Lake Liambezi. In the Botswana Attachment to the 1992 Namibia/Botswana Joint Hydrological Report<sup>23</sup> it was stated (paragraph. 3.1): "The whole of Lake Liambezi area was dry at the time of the visit and it would have been very easy to walk/drive straight into Botswana" — as shown in this photograph.

24.2. Botswana hydrologists are therefore fully aware that the Chobe River is not a perennial river.

#### 25. Photo of pool in bend<sup>24</sup>

25.1. Botswana's proposition (vi) reads: "The Chobe is a river *with continuous flow*."

25.2. This photograph is from the Appendices to my main report. It was taken in the Chobe River upstream of Serondela. It shows the typical characteristics of a seasonally flowing river in southern Africa. After the passage of the annual flow the river dries out until only isolated pools remain in the bends of the rivers. Soon afterwards these pools also dry out leaving a completely dry bed — here we just see the pools in the process of drying out.

25.3. In all my visits to the Eastern Caprivi during the past 32 years I have never seen a continuous flow of water along the whole length of the river where it forms a common boundary.

25.4. This photograph is only one of several photographs in my reports that demonstrate that the Chobe River is *not* a river with continuous flow.

25.5. The four contested propositions proposed by Botswana are all invalid. My conclusion is based not only on my personal observations extending over a period of 32 years but is also based on published hydrological reports such as the 1945 Kalahari Reconnaissance Report. My conclusion is also based on the Joint Namibia/Botswana Hydrological Report that was signed by the two parties

---

<sup>22</sup>RN, Vol. II, photograph 15.

<sup>23</sup>RN, Vol. II, App. 2.

<sup>24</sup>MN, Vol. VI, Part 1, Apps., sheet 10.

in 1992. Extracts from these documents were quoted in Section 4 of my second supplementary report.

## **26. Mosaic from Kasikili Island to the Mambova Rapids<sup>25</sup>**

26.1. This is the western part of a mosaic of aerial photographs reproduced in the Attachment to the Botswana Counter-Memorial. The flow direction in this photograph is from left to right. Kasikili Island is this feature in the centre of the mosaic.

26.2. Botswana attempts to show that more water flows through the northern channel than the southern channel on dubious theoretical grounds and misleading graphs<sup>26</sup>. However, the fact is that the Mambova Rapids control the flow of water in the two channels. In this photograph the rapids look like a plug in the river, which in effect is what it is. I now indicate the Chobe River along the fault and here are the Mambova Rapids which look like a plug in the River. The water levels in the channels at Kasikili Island cannot drop below the level of these Rapids. There is no way that the upstream levels can drop below the level of the Rapids.

26.3. The Rapids also exercise what is known as downstream control. This means that the level of the rapids *controls* the flow through the channels in the Chobe River seen in this photograph. Hydraulic calculations that ignore this fact are of no value. This is described in detail in my second supplementary report<sup>27</sup>.

26.4. There are several incomprehensible statements in the Botswana Counter-Memorial such as the following: "From then onwards the backflow will go in a circuit around the island"<sup>28</sup>. This is impossible as it defies the laws of physics. Even a whirlpool cannot go into a circuit around an object.

---

<sup>25</sup>CMB, Attachment, western part of photograph 11.

<sup>26</sup>RN, Vol. II, section 9.

<sup>27</sup>RN, Vol. II, section 10.

<sup>28</sup>CMB, App. 2, para. 63.

26.5. The following statement is false as this 1997 photograph on the screen shows: "Even at its widest the southern channel never exceeds the width of the northern channel – see 1997 photograph"<sup>29</sup>. Here we have parts of the southern channel that are indeed wider than the northern channel.

26.6. The following statement is also false: "Water can flow from the Chobe River into the Zambezi River during floods in either river the rivers exchange flow with each other via the cross-channels"<sup>30</sup>. I now indicate — these are the cross channels. It is impossible for water to flow from the Chobe River into the Zambezi River because the water level in the Zambezi River is always higher than that in the Chobe River. There is no record of this ever happening.

26.7. In paragraph 2.2 of my supplementary report I explained the reason for this absence of downstream flow in the northern channel under certain conditions.

"(Flow from the Zambezi River) . . . causes the water level in the northern channel at this point to rise [I indicate it now: flow into this point of the northern channel, causes the northern channel at this point to rise] and thereby prevents the flow from the Chobe River from passing through the northern channel."

That is what I stated. So what happens is the flow, here, causes this water level to rise, as it must, and if the water level, here, is higher than the water level in the Chobe, here, then the water moves in this direction. When the water level in the Chobe, here, is higher than the water level in the northern channel, here, flow will take place in that direction. This is the annual reversal of flow.

26.8. Botswana's response in its Reply was:

"325. The italicised passage is hydrological nonsense.

326. Botswana totally rejects the notion of a side stream which feeds a river as raising the level solely upstream and not downstream."

26.9. The most basic of all hydraulic laws is that the direction of flow of water is determined by the slope of the water surface gradient. The inflow into the northern channel near Kasika must

---

<sup>29</sup>CMB, para. 395.

<sup>30</sup>CMB, para. 295.

cause the water level to rise at point of inflow. If it rises to the same level as that of the Chobe River at the entrance to the northern channel, then no water can flow in a downstream direction in the northern channel. This is elementary hydraulics. And this was illustrated by the dye tracer tests on the video.

## **27. Water levels at Kasane<sup>31</sup>**

27.1. This figure is from my second supplementary report. It shows the water level fluctuations in the Chobe River at Kasane, that is just upstream of the Mambova Rapids, for the period 1983 to 1996. The information was supplied by Botswana at Namibia's request.

27.2. The red arrow indicates the minimum water level during this period: this red arrow in the middle of the diagram. This is the level of the Mambova Rapids. *The water level in the channels at Kasikili Island can not drop below this level shown on this red line.*

27.3. The elevations of the shallowest portions of the northern and southern channels are shown in the lower, left-hand portion of the illustration: these two red blocks, down here. It is clear that it is not possible for either channel to dry out as the shallowest parts of their beds are still below the level of the Mambova Rapids.

## **28. Leonardo da Vinci<sup>32</sup>**

28.1. The following quotations are from my second supplementary report. In paragraph 322 of Botswana's Reply it is stated (emphases added): "In making it plain that the criterion adopted by Namibia of 'volume of flow' *excludes any element of size or depth*, Professor Alexander shows a major misunderstanding of hydrological principles."

28.2. Five hundred years ago Leonardo da Vinci (1452-1519) wrote: "A river in each part of its length in an equal time gives passage to an equal quantity of water, *whatever the width, the depth, the slope, the roughness, or the tortuosity.*"

---

<sup>31</sup>RN, Vol. II, fig. 14.

<sup>32</sup>RN, Vol. II, Sect. 10.

## 29. Domenico Guglielmini<sup>33</sup>

29.1. In paragraph 305 of the Botswana Counter-Memorial it is stated (emphases added): "To determine, as Professor Alexander does, a main channel by *the erosive features along its banks*, suggests a poor understanding of river processes . . ."

29.2. Three hundred years ago Domenico Guglielmini (1655-1710) wrote: "It is certain that a stream widens and deepens in proportion to the violence of the motion *which erodes and carries away the earth that forms its sides and bottom . . .*"

29.3. The basic rules that govern the flow of water in rivers have been known for hundreds of years and are described in all textbooks on river hydraulics. These elementary laws are ignored in these statements in the Botswana Memorials.

## 30. Flow measurements by Botswana<sup>34</sup>

30.1. The following summary of the results of Botswana's measurements is given in the Botswana Reply:

"The above results establish convincingly the falsity of Namibia's assertion, unbacked by scientific evidence, that the greater flow occurs in the southern channel. Examined in detail, the results refute the contentions of Namibia and establish the following."

## 31. Botswana's propositions<sup>35</sup>

31.1. The following propositions are quoted from Botswana's Reply.

- (i) At all seasons of the year *there is flow* in the northern channel.
- (ii) At all seasons of the year there is flow *downstream* in the northern channel.
- (iii) At all seasons of the year the flow is *greater in the northern* than the southern channel.

## 32. Botswana's propositions continued

32.1. The remaining propositions are:

---

<sup>33</sup>CMB, para. 305.

<sup>34</sup>RB, para. 318.

<sup>35</sup>RB, para. 318.

- (iv) The proportion of the flow in the northern channel increases in the months of March to May in the period of high flow.
- (v) There is no evidence, in the event of an overflow from the northern channel, to show it effects any increase in the flow in the southern channel, or any reduction in the downstream flow in the northern channel.

**33. Table 4 in Appendix 2 of Botswana's Reply<sup>36</sup>**

33.1. This is the second page of Table 4 in Botswana's Reply.

33.2. I have already dealt with Namibia's flow measurements, and I will now discuss Botswana's measurements. This discussion will have to be in some detail because of its importance, and the fact that Botswana's flow measurements were reported for the first time in its Reply.

33.3. Botswana was provided with the dates of all visits to the area by Namibian hydrologists. However, Botswana did not extend this courtesy to Namibia. This was notwithstanding the fact that Botswana would have to encroach on Namibian territory to undertake the measurements.

33.4. Flow measurements by the Botswana Department of Water Affairs are discussed in paragraphs 303 to 318 of Botswana's Reply and the results are detailed in this figure that we see here (fig. 4 in App. 2 to the Reply).

33.5. Botswana's first proposition is: "At all seasons *there is flow* in the northern channel."

33.6. Water velocities quoted in this table include *mean* velocities as low as 0.014 metres per second. This implies that many of the velocities were even less than this figure. With the Court's permission, Mr. President. In my left hand I have a 1 metre long ruler and in my right hand I have got a stopwatch. And at the quoted velocity it would take 74 seconds for water to move along this distance of 1 metre. Now 74 seconds may seem a short time, but I would, with your permission, just like to show you, because this is a very important issue. I am now going to count 74 seconds; this is the velocity of the water. I start: 5 seconds, 10 seconds, 15, 20, 25, 30, 35 and 37, by now the water has just reached halfway down that ruler.

---

<sup>36</sup>RB, App. 2, Table 4, second page.

33.7. The current meter used by the Botswana hydrologists is incapable of measuring these low velocities to this degree of accuracy.

33.8. I am very familiar with flow gauging activities, as this was one of my responsibilities for 15 years in the South African Department of Water Affairs. No experienced hydrologist would accept Botswana's evidence that there was measurable flow at that time, I am talking about the dry season flow. Even if these measurements taken during the dry season were correct, they confirm the statements in my reports that the water in the two channels was essentially stagnant, even if that was correct, during the dry season, I must emphasize.

33.9. Botswana's second proposition is: "At all seasons of the year *there is flow downstream* in the northern channel".

33.10. This statement demonstrates the seriousness of the errors in the flow measurements in Table 4. The reversal of the flow in the lower Chobe River in which Kasikili Island is located is well known by all hydrologists who have undertaken studies in this region. In paragraph 6.4 of my main report I described how Lake Liambezi receives water flowing upstream in the Chobe River. My video shows the strong upstream movement of water in the Chobe River at Ngoma Bridge. The video also shows the slow upstream movement of water in the northern channel.

33.11. The video of dye tracer experiments in the northern channel on 3 March confirms that upstream flow occurred in the northern channel on 3 March, yet the flow figures in Botswana's table indicated downstream flow, as shown between the red parallel lines. The values immediately above, within this red block, are 3 and 5 March. Now, this statement cannot be correct — that the flow is going downstream — and it casts doubts on all Botswana's measurements in this Table. None of these measurements indicate upstream flow, none of them.

33.12. Botswana maintains that there is a constant *downstream* flow in the northern channel *at all seasons of the year*. However, it is highly significant that Botswana does not provide any flow measurements for the critical seven-week period when the flow in the Chobe River was at its maximum. I show this gap in this horizontal blue line, and, I'm not sure, Mr. President of the

Court, if it can be read from up there, but that value there is on 17 March, and the next one is 7 May. But there's no gap, other than the blue line that I have brought on. The reader is given to understand that this is a continuous lack of measurements. There were seven weeks between there, when there was no flow.

33.13. Nor does Botswana inform the reader where this flow comes from. During the dry season the bed of the Chobe River at Ngoma Bridge is completely dry. During none of my inspections from the air or from the ground did I ever observe any water entering the Chobe River from any source during the dry season, although I specifically looked for this occurrence.

33.14. Another point: the maximum flows in the two channels shown in the Botswana Reply were 132.924 cubic metres per second in the southern channel and 270.892 cubic metres per second in the northern channel. The latter figure is far too high, as much of the water subsequently leaves the northern channel and flows southwards into the main channel.

33.15. As I have already described, during our visit of 9 to 13 April I observed a very strong flow in the southern channel. I recorded this on the video. The flow in the northern channel was much weaker.

#### **34. 1985 Locality sketch<sup>37</sup>**

34.1. Botswana's third proposition is: "At all seasons of the year flow is greater in the northern than the southern channel".

34.2. This sketch — and I emphasize sketch, because it is a sketch plan — is from Botswana's Reply and is titled "Location of the gauging sites . . .", that they have just used.

34.3. The first and obvious question is why did Botswana use this sketch plan to identify the location of its two flow gauging sites and not one of its many maps in its Memorials? The answer is obvious. Site II — I indicate here — in the northern channel is incorrectly located. It is much closer to the bifurcation zone. Site II is down here, not where it is shown on that plan, as I will now demonstrate.

---

<sup>37</sup>RB, fig. 7.

### 35. Photograph showing location of Botswana gauging stations

35.1. I took this photograph on 4 March 1998. It was the day between Botswana's measurements on 3 and 5 March. As the dye tracer tests showed, there was still an upstream movement of water at the time this photograph was taken. This is the northern channel, and there was an upstream movement of water on 4 March. I indicate the location of Botswana site II — this is the site here, this is Botswana site II — at the foot of the Botswana Defence Force watchtower. You can see it: that black spot there is the Botswana Defence Force watchtower. The location on the 1985 sketch plan that I have just displayed is here, much further to the left. In other words, the sketch plan site is somewhere over here. This is very important, as I will show.

35.2. I also indicate the position of the Botswana Defence Force barracks and a second watchtower — these are the Botswana Defence Force barracks and there is the second watchtower. These structures are located on the high ground that identifies the left bank of the main channel of the Chobe River which stretches from here to here — this is the left bank of the main channel of the Chobe River. The location of the thalweg channel within the main channel is also very clear in this photograph — this is the thalweg channel. And I would like to emphasize this photograph was taken before the arrival of the flow in the Chobe River — after the arrival of the flow it filled this whole area.

35.3. When appreciable flow takes place in the Chobe River at Kasikili Island, the point of bifurcation of the two channels moves eastward towards this point — I must emphasize that this is the bifurcation where the flow takes place; all the water here flows that way, down the main channel, and all the water here flows down the northern channel, that being the point of bifurcation.

35.4. It is very important to note that Botswana site II is located at the *centre of the entrance to the main channel* — this site here is located at the entrance to this main channel. Consequently, a substantial proportion of the flow in the northern channel at this point does not continue to flow down the northern channel. It flows across the bank of the channel, here.

35.5. I also indicate the position of Botswana site I on this photograph — that is what we call B2, it is there. It is clear that the flow at this site is only a small fraction of the flow down the main channel when that flow takes place. So the measurement is there, it does not represent the flow across the whole width.

35.6. Mr. President, while this photograph is on the screen I show the location of the Botswana Defence Force watchtower here. When I wished to take photographs of the left bank of the main channel I was warned by the officer in charge of the watchtower I would not be permitted to take any photographs in the vicinity of the watchtower. Once again the Botswana Defence Force prevented us from gathering information that was of fundamental importance to Namibia's position. It would have demonstrated conclusively that this feature was the left bank of the main channel of the Chobe River.

**36. Extract from Table 4<sup>38</sup>**

36.1. Botswana's fourth proposition is: "The proportion of the flow in the northern channel increases in the months of March to April during the periods of high flow".

36.2. This information on the screen is derived from Table 4. According to this table a downstream flow of water was registered in the northern channel on 3 and 5 March. However, our observations and dye tracer tests showed that there was a perceptible *upstream* movement of water.

36.3. I would like to make the following observations.

36.4. It takes three to four hours to complete measurements at one site and a full day for two sites. We were stationed at Kasika from 2 to 6 March. During that period we circled the Island by boats several times each day. This was shown in the video as well as the five photographs in my second supplementary report. I also flew over the area in a helicopter. My office was on the balcony of a chalet directly overlooking the northern channel. *I did not see any flow gauging activities by the Botswana hydrologists on 3 and 5 March or any other day during the period 2 to 6 March.*

---

<sup>38</sup>RB, App. 2, Table 4.

36.5. The flows in the southern channel on 3 and 5 March 1998 are quoted as 7.884 and 6.793 cubic metres per second respectively, while the flows in the northern channel are quoted as 18.840 and 32.797 cubic metres per second. These figures are highly suspect for the following reasons.

36.6. Firstly, while the flow in the southern channel *decreased by 14 per cent* over a period of two days, the flow in the northern channel *increased by 74 per cent* during the same two day period. This is physically impossible as the two channels are interlinked at the bifurcation area. This is confirmed by the gauge heights which are identical for the two channels. The flows can increase or decrease at different rates, but one cannot increase while the other decreases. This is confirmed by the statistical analysis in figure 9 of Appendix 3 of Botswana's Reply. Botswana maintains that this shows an excellent correlation between the discharges recorded at the two sites. This is the opposite of what the figures show. Either the statistical analysis is wrong, or these flow measurements are wrong. They cannot both be right.

36.7. The fifth proposition reads: "There is no evidence, in the event of an overflow from the northern channel, to show it effects any increase in the flow in the southern channel or any reduction in the downstream flow in the northern channel."

36.8. As shown in the video, both the drifting boat technique as well as the dye tracer experiments confirmed that water flowed out of the northern channel and into the southern channel. The rest is a matter of simple arithmetic. If water leaves the northern channel and flows into the southern channel, the flow in the northern channel must decrease and the flow in the southern channel must correspondingly increase.

36.9. *In my opinion, no experienced, reputable hydrologist would accept the validity of the flow measurements detailed in Botswana's Reply. Nor would they agree with the interpretations that Botswana has placed them.*

**37. 1997 photo mosaic<sup>39</sup>**

37.1. Finally, in this presentation I have shown that:

- (i) The largest proportion of the annual flow in the Chobe River passes to the south of Kasikili Island and not to the north of it.
- (ii) The main channel through which the bulk of the water flows is this channel bounded by the foot of the Chobe Ridge in the south. The opposite bank is this high ground that is clearly visible on all aerial photographs.
- (iii) This narrow channel is a thalweg channel that lies within the main channel. This identification is supported by theoretical analysis and laboratory analysis.
- (iv) The Chobe River is not a perennial river.
- (v) The Chobe River does not have a continuous downstream flow through the northern channel at all seasons of the year.

37.2. Botswana's claims to the contrary are based on highly questionable measurements. Botswana provides explanations that defy the fundamental laws of physics. These laws have been known for hundreds of years.

**38. End of presentation**

38.1. Mr. President, this concludes my presentation. The next presenter is Professor Keith Richards. However, my colleagues have informed me that the Court may wish to take a break at this point. Thank you, Mr. President.

The PRESIDENT: Thank you so much Professor Alexander. The Court will suspend for 15 minutes.

*The Court adjourned from 11.25 to 11.40 a.m.*

---

<sup>39</sup>CMB, Attachment, western part of photograph 11.

The PRESIDENT: Please be seated. Professor Richards, please.

Mr. RICHARDS:

## **6. HYDRO-GEOMORPHOLOGICAL STUDY OF THE CHOBE RIVER AT KASIKILI ISLAND**

### **1. Preamble**

1. Mr. President, distinguished Judges, it is a great honour to appear before you on this my first experience of the Court, and to do so on behalf of Namibia in the present case. May I begin by introducing myself. My name is Keith Richards. I am Professor of Geography, and the present Head of the Department of Geography at the University of Cambridge. I am the author of the *Hydro-Geomorphological Study of the Chobe River at Kasikili Island*, presented in Volume II of Namibia's Reply. My credentials are summarized in the *curriculum vitae* also contained in Namibia's Reply. They include 25 years of research and writing on the forms and processes of river channels. Regrettably, I have not been able to visit the Chobe River, but I have interpreted its evolution by drawing on general principles, and by using published information, and the wide range of data and remote sensing information now available for the River. I have also been able to use some of the data from Professor Sefe's study of sediment samples taken from sites on Kasikili Island, which were presented in Appendix 3 of Botswana's Counter-Memorial.

### **2. Purpose**

2. My aim in this presentation is to give the Court an account of the hydro-geomorphological evolution of the Chobe River and Kasikili Island. This provides a longer-term context for the contemporary hydrological evidence presented by Professor Alexander. In the process, I will briefly review some general ideas about rivers, particularly about the evolution of their meander bends. Some of the concepts and terms used are necessarily technical and may not be familiar to the Court, but for your convenience a glossary of technical terms is reproduced as Annex 1 in the judges' files, in front of the blue tab.

3. My overall analysis leads to the conclusion that the "main channel" of the Chobe River at Kasikili Island is to the south of the Island, as shown in this aerial photograph (No. 2.39)<sup>40</sup>. It also explains why this channel carries the majority of the flow. A criterion for the determination of the main channel, accepted by both Botswana and Namibia, is indeed that it carries the majority of the flow.

4. In order to understand the hydrological behaviour of the lower Chobe River, and to identify the main channel around Kasikili Island, it is necessary to review aspects of its evolution over several time and space scales. First, the geological and tectonic history over periods between 1 and 10 million years ago, provides the regional context for an explanation of the Chobe River, its topography, and its drainage basin. Second, the climatic history, over time scales from 100 years to 100 thousand years, helps us to understand the hydrological and geomorphological relationships between the Chobe River and the Zambezi River. Finally, the evolution of the lower Chobe River, over periods from a few hundred to a few thousand years ago, itself provides an explanation for the conclusion that the main channel lies to the south of the Island.

### **3. Geological and tectonic history**

5. The Zambezi River has not always run in its present course. Until about 1,000 years ago, it followed the course of the present Chobe River at the base of the Chobe Ridge. This is the tree-lined southern bank clearly visible in the video you saw earlier this morning. To see how this change came about, it is necessary to consider the geological and tectonic history of the region.

6. Initially, the Okavango, Cuando and Zambezi Rivers flowed in a generally north-west to south-east direction from their origins in the highlands of what is now Angola. This can be seen in the diagram in the lower left (No. 2.40)<sup>41</sup>. Between 1 and 10 million years ago, this drainage pattern was disrupted, by faulting which developed in association with the Kalahari rift. This is

---

<sup>40</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Alexander, fig. 17.

<sup>41</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Richards, p. 5, diagram A.

indicated in the diagram in the lower right (No. 2.40). A fault-guided ridge, running generally from south-west to north-east and with a down-faulted trough on its north-western side, formed across the paths of these rivers. The normal downstream flow of water and sediment in the three rivers was blocked, and sediment was deposited in the trough, forming alluvial fans.

7. A typical example of an alluvial fan is seen in this picture (No. 2.41)<sup>42</sup>. It is a roughly triangular depositional feature. Rivers shift laterally across such fans as they form, leaving many abandoned channels. This migration is likely to cause difficulties for the inhabitants of the small village at the foot of the fan in this picture. Such migration is also what happened on the Okavango, Cuando and Zambezi fans as they were constructed.

8. The three rivers and their fans have developed in a similar manner, and have many similar features, which nevertheless vary according to the size of the river. As is clear in this diagram (No. 2.42)<sup>43</sup>, the Okavango River has constructed a large fan against the fault-guided ridge across its path. This fan — the Okavango Delta — is the largest inland delta in the world. Many streams flow across the fan, varying in their hydrological importance over time as deposition and erosion alter their water and sediment sources. The Okavango has been well-researched, and provides a valuable analogue for the less well-known Cuando and Zambezi fans. There are lakes, or dry lake beds, in the basins at the two downstream "corners" of the fan. There is a lateral river, the Thamakalane, between the foot of the fan and the ridge, draining to either the north-east or the south-west, and reversing in direction depending on the dominant source of water (No. 2.42). The Okavango fan has built up just enough for flow in wet periods to spill over the fault-guided ridge into the Makgadikgadi Basin, via the Boteti River.

9. By contrast, the Cuando, the smallest of the three main rivers, has only formed a small fan — the Linyandi Swamp. As this map shows, this river is diverted along the foot of the ridge

---

<sup>42</sup>A typical alluvial fan in a dry climate, this is in Pakistan (near Quetta).

<sup>43</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Richards, p. 10, diagram C.

formed by the fault, mainly towards the north-east (No. 2.43)<sup>44</sup>. Because of the semi-arid climate, the low gradients, and the swampy environment, the flow of the Cuando often evaporates before it reaches the Chobe, downstream from Lake Liambezi. As a result, the Chobe is rarely connected to the Cuando by continuous river flow. The Cuando-Mashi-Linyandi-Chobe river system cannot therefore be regarded as a normal perennial drainage system. As you have seen in Professor Alexander's presentation, Lake Liambezi does not merit its title; it is dry.

10. In the Eastern Caprivi, the Zambezi River has also developed one of these low-gradient fans. This fan has also been referred to as the Zambezi floodplain. It comprises the triangle whose three sides are the river itself, a line connecting Katima Mulilo approximately to Lake Liambezi, and the Chobe Ridge (No. 2.43). Lake Liambezi is at the south-west corner of this fan. The fan has many palæo-channels on its surface, that is, abandoned channels formed when the river had a different alignment across the developing fan. Some of these still carry flow when the Zambezi floods. The fan also has a river draining laterally at its foot, similar to the Thamakalane River at the foot of the Okavango fan, even to the point of experiencing reversing flow directions. This river is the Chobe River. The sizes of the meander bends of the lower Chobe suggest strongly that it was itself formerly a channel of the Zambezi, and that it did not originate as the lower reaches of the Cuando.

11. This conclusion is reinforced by the fact that the Chobe River cuts through the fault-controlled Chobe Ridge at the Mambova Rapids, seen in the left foreground in this photograph (No. 2.44)<sup>45</sup>. As I have already noted, the Cuando is the smallest of the three main rivers (the Zambezi, Okavango and Cuando). It was unable to cut through the ridge at the Linyandi Swamp. It is therefore highly improbable that this river — after being diverted laterally *via* the Linyandi and the Chobe, and having lost discharge on the way — could have eroded the resistant sandstone and basalt rocks of the Chobe Ridge to form the Mambova Rapids. These rapids were, therefore, almost

---

<sup>44</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Richards, p. 7, diagram B.

<sup>45</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Alexander, A1/26, photograph 52.

certainly formed in the course of the Chobe when the path of the Chobe was occupied by a much larger river, namely the Zambezi itself.

12. Radio-carbon dates have been obtained for samples from the foot of the Chobe Ridge, and from Kasikili Island (as reported in the Botswana Counter-Memorial). They all suggest that the Zambezi switched from its initial position along the foot of the Chobe Ridge to its present northern route about 1,000 years ago. Much of the landscape of the lower Chobe was thus created prior to this date, and since then, the lower Chobe has been essentially a fossil river system.

#### **4. The climatic history**

13. The climatic history of the region also provides important contextual information for our understanding of the characteristics of the Chobe River.

14. Botswana claims that the Chobe is a river independent of the Zambezi. However, the history of changes in Kalahari Basin lake levels during the late Quaternary (that is, over the last 100,000 years or thereabouts) shows the dominant hydrological role of the Zambezi even then, both regionally, and in the Eastern Caprivi and lower Chobe.

15. The Botswana Counter-Memorial acknowledges the scientific literature reporting palaeo-lakes at various dates (from about 40,000 to 35,000 years ago, and 17,000 to 12,000 years ago). The larger of these palaeo-lakes cannot have existed without a major contribution of inflow from the Zambezi. Thus, there is a long history which supports the view that the Zambezi is a dominant influence on the hydrology of the Chobe. Most recently, a chain of lakes existed from Lake Ngami, through the Mababe basin, to Lake Liambezi and the Eastern Caprivi. This series of lakes is evident on this map, which I have shown you a few moments ago. It is now No. 2.45. There is evidence that the last phase of this lake system was at about 2,000 years ago, after which it drained. Such a date is consistent with the radiocarbon dates from Kasikili Island reported in the Botswana Counter-Memorial.

16. In the historic period, we can use written and oral records of climatic change, rather than the indirect sedimentary evidence employed over geological time-scales. These more recent records

provide ample evidence of climatic desiccation since the mid-19th century. Moffatt in 1842 and Livingstone in 1858 both reported periods of heavy rainfall and expanses of surface water in what are now drier regions<sup>46</sup>. The high levels of surface water experienced by these travellers in the mid-19th century have subsequently proved to be anomalous. European explorers in the Lake Ngami region noted that its level was high in the mid-19th century. They also, however, suggested that it had by then already commenced a long downward trend.

17. This decline in regional hydrology culminated in a series of severe droughts and in economic depression in Botswana earlier in the 20th century. A general condition of relative desiccation has characterized most of the 20th century, although there have been occasional good years. As a result, as I have said before, the Cuando-Mashi-Linyandi-Chobe river system is normally discontinuous, and Lake Liambezi is clearly recognized to be an ephemeral lake<sup>47</sup>.

18. Water persists in the lower Chobe from Serondela to Mambova only because this reach is fed by flow from the Zambezi River, and because its water levels are maintained by the downstream control exercised by the Mambova Rapids. The Rapids behave rather like a weir in a river. They establish a fixed elevation below which the water level cannot drop. This is why the lower Chobe always returns to the same minimum water level at Kasane; it is controlled by the elevation of the Mambova Rapids. And this is evident in the diagram which is No. 2.46<sup>48</sup>. In the low water period, the lower Chobe is therefore essentially a near-stagnant "weir pool" above the Rapids.

---

<sup>46</sup>Discussed in Nicholson, S.E. (1996), in *The Physical Geography of Africa*, edited by W.M. Adams, A.S. Goudie and A.R. Orme, Oxford University Press, pp. 60-87.

<sup>47</sup>See Thomas, D.S.G. and Shaw, P.A. (1991), in *The Kalahari Environment*, Cambridge University Press, p. 132.

<sup>48</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Alexander, fig. 14.

## 5. Evolution of the lower Chobe and Kasikili Island

19. The foregoing account of the geologic, tectonic and climatic history of the region provides the context within which we may understand the nature and evolution of the lower Chobe River in the vicinity of Kasikili Island. I can now summarize the nature of this evolution.

20. A particular feature of the lower Chobe River is the series of meander bends occurring between Kabulabula and Kasikili. A superb example is the bend at Serondela shown in this photograph, which is No. 2.47<sup>49</sup>. You can see that this bend has a feature rather like the “spur channel” at Kasikili, on its upstream side. Within the bend are prominent parallel markings, to which we will return later. And there is a channel-like feature on the downstream side of the narrow “neck” of the bend. As we shall see, Kasikili Island was originally such a meander bend. The evolution of meander bends is characteristic of the lateral migration of an active, dynamic river. With the Court’s permission, therefore, I should like to review briefly some general principles of meander dynamics.

21. A low gradient river characteristically assumes a sinuous course — that is, it meanders. Flow around a meander bend tends to erode the outer, concave bank. This is seen in this diagram of bends on a Canadian river (No. 2.48)<sup>50</sup>. The bank erosion occurs preferentially downstream from the apex of a bend. As a result, migrating bends often display an asymmetric appearance from above, with a pronounced down-valley convexity.

22. Such erosion on one bank, however, increases the area of the channel cross-section, which in turn reduces the velocity. This encourages deposition of sediment, which occurs mainly on the opposite, convex bank (that is, on the inside of the bend). The deposition restores the cross-section size, but the combined effect is to displace the bend laterally. The deposition constructs what is known as a “point bar”, examples of which are seen in these air photographs of the bends in the

---

<sup>49</sup>MN, Vol. VI, Part 1, sheet 10, photograph a; the bend at Serondela.

<sup>50</sup>Lapointe, M.F. and Carson, M.A. (1986) *Water Resources Research*, p. 735.

previous diagram. This is No. 2.49<sup>51</sup>. The point bars are the sandy sedimentary units forming the inside of a bend. Their growth replaces the flood plain destroyed by the erosion of the outer bank.

23. Point bars may be created by the cumulative addition of narrow ridges of sand, each deposited around the apex of the point bar in an individual flood. These features are called "scroll bars", and are shown in this air photograph of another Canadian river (No. 2.50)<sup>52</sup>. Such bars indicate the direction of bend migration. They are often picked out by vegetation patterns on the point bar as a whole. They result in the parallel curves that you saw in the air photograph of the bend at Serondela, which perhaps therefore warrants a second look.

24. As bends become more asymmetric in shape, and increase in amplitude, a narrow neck is created at the base of the bend. Floodwater may pass across this neck, and a so-called "chute channel" is formed on its down-valley side (No. 2.51). Eventually, this channel may cut through the meander neck by an avulsion and the bend becomes a "cut-off".

25. This photograph shows a bend on the Cuando River which has been cut off in this way (No. 2.52)<sup>53</sup>. After such an avulsion event, the river flow increasingly by-passes the bend.

26. Sediments progressively accumulate at the upstream and downstream ends of the cut-off bend until an arcuate lake is created. This is known as an "oxbow" lake, and here is an example on the Cuando River (No. 2.53)<sup>54</sup>. You saw such lakes in the video and in the illustrations to Professor Alexander's reports. Eventually, an oxbow lake fills with fine sediment and becomes part of the flood plain.

27. With this background, let us return to the meander bends of the lower Chobe. They all display scroll-bar patterns, and are asymmetric in shape when seen from above, like the Serondela bend we have seen. Both features indicate dynamic, migratory behaviour of the meanders, but this

---

<sup>51</sup>Lapointe, M.F. and Carson, M.A. (1986) *Water Resources Research*, p. 732.

<sup>52</sup>Hickin, E.J. (1974) *American Journal of Science*, pp. 418 and 424.

<sup>53</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Alexander, A1/4, photograph 7.

<sup>54</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Alexander, A1/4, photograph 8.

dynamism has clearly not characterized the lower Chobe in the historic period. This river has been historically very stable, and as argued previously, is essentially fossil. The scale of the bends in the lower Chobe is more consistent with those of the Zambezi River to the north, than the Chobe River further upstream. This suggests strongly that the bends were formed when the Zambezi followed a western and southern route across its fan, prior to the major re-alignment to its modern, northern route, to which I have already referred. The lower Chobe is thus a palaeo-channel of the Zambezi, with its flow maintained today by the periodic overbank flow of the Zambezi.

28. As I said a moment ago, Kasikili Island formed as a meander bend in the Zambezi, before the river switched to its present, northern route. The development of the bend is recorded by the sedimentary units and scroll-bar patterns seen in this graphic (No. 2.54)<sup>55</sup>. These imply that the bend shifted in this direction. The curvature of the scroll bars, and their upstream truncation by the northern channel, suggests that, at that time, the upstream limb of the bend followed what is now the "spur channel".

29. These stages of the development of the Kasikili bend are indicated by the sketches labelled A and B in this diagram (No. 2.55). Members of the Court might find it helpful to follow the sequence of sketches in this diagram in the version in their judges' files. The northward migration is shown in sketch A. The upstream reach of the bend shown in sketch B becomes the spur channel by the next stage, represented in sketch C. A sediment sample dated by Professor Sefe<sup>56</sup>, taken from a site close to the apex of the bend, gives an age of 950 years<sup>57</sup>. This suggests that the bend reached the limit of its northward development just before the Zambezi shifted course altogether. It is likely that the bend developed a chute channel on the downstream side of its meander neck similar to that in the Serondela bend upstream. This is also suggested in sketch B.

---

<sup>55</sup>MN, Vol. VI, Part 2, diagram 4.

<sup>56</sup>CMB, Vol. II, App. 3.

<sup>57</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Richards, p. 25, Table 1.

30. The next stage in the development of the bend was the blocking by sedimentation of the upstream end of the spur channel, and the creation of the western limb of what is now the northern channel. This is shown in sketch C in the diagram (No. 2.55). The northern channel around the Island is thus a composite feature. The northern and eastern element is older than the more recent western element.

31. Furthermore, the depth of the northern and eastern part of this channel is maintained by the additional inflow from the anabranch channels entering as tributaries to the north-east of Kasika. These can be seen in this photograph (No. 2.56)<sup>58</sup>. This photograph also shows clearly the scroll bar features. They are curved in a way that links them to the spur channel, and are truncated by the more recent, western reach of the northern channel.

32. The creation of the northern channel, as it now appears, resulted in a sharper curve at the upstream entrance to the meander bend, and encouraged deposition on the inside of this curve. This deposition is recorded by the parallel ridges evident in the zone labelled "2" in this diagram of sedimentary units in the vicinity of Kasikili Island (No. 2.57). These deposits gradually tightened the turn even more, and this further increased the tendency for the flow to spill across the meander neck into a chute channel across the neck of the bend.

33. With the Court's permission, I now return to the diagram which summarizes the evolution of Kasikili Island (No. 2.58). Sketch D shows the stage in the development of the bend just prior to its avulsion. The final stage in the evolution of Kasikili Island occurred when avulsion caused extension of the chute channel fully across the meander neck, cutting off the bend. Thereafter, much of the flow by-passed the bend, and the new cut-off channel to the south of the Island became the main channel. The present form of the river is shown in sketch E in the diagram.

34. The northern channel persists in its present form, rather than having become an arcuate, or oxbow, lake. This is because of both the regional desiccation, and the migration of the Zambezi to its present course. Together, these have reduced the discharge in what is now the Chobe River,

---

<sup>58</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Alexander, A1/14, photograph 28.

and removed the source of sediment required to supply the deposition. The disconnection of the lower Chobe from an upstream catchment has prevented the normal conversion of a cut-off meander into an oxbow lake. However, this is the ultimate destiny of a cut-off meander, as deposition of sediment gradually blocks the upstream entrance to, and the downstream exit from, the cut-off channel.

35. Following the avulsion, the majority of the discharge in the lower Chobe around Kasikili Island at times of significant downstream flow has passed to the south of the Island. This is evident in the photograph now on the screen (No. 2.59)<sup>59</sup>. The route of the flow is therefore the main channel. This channel has a well-defined right bank along the foot of the Chobe Ridge. This is the natural, fault-controlled, south-eastern limit of drainage in the Chobe. The left bank is defined at its western end by a stretch of high ground along which the Botswana Defence Force has constructed military buildings, and at its eastern end by the edge of Kasikili Island.

#### **6. The thalweg of the main channel**

36. Before the silting up of a cut-off bend is completed, two channels may exist for some time. Multiple channels can in fact occur in a river for several reasons, but in all cases a main channel can usually be identified, as that carrying the most flow. All channels will have a line of maximum depth, or a thalweg. This is usually also the route taken by the fastest flow in that channel. A river with multiple channels will therefore have multiple thalwege. The thalwege will separate at the bifurcations, and combine again at the confluences.

37. The main channel of the Chobe thus contains a thalweg channel. This is the "southern channel" that can be seen on all air photographs obtained during low water periods, but this thalweg channel also remains visible at high flows (No. 2.59). It is instructive to compare the view of the main channel and its thalweg channel in this photograph, with that in Professor Alexander's photograph at low water, presented at No. 2.35 in the judge's files.

---

<sup>59</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Alexander, fig. 21.

38. This relationship between a broad main channel containing a narrow, more sinuous thalweg channel corresponds exactly to the form of the Chobe further upstream at Ngoma Bridge. This pair of photographs shows this very effectively (No. 2.60)<sup>60</sup>. The large channel is necessary to carry the peak flows, but the flow contracts into the thalweg during periods of lower discharge.

## 7. Conclusions

39. The foregoing analysis of the evolution of the lower Chobe provides the basis for the following conclusions:

- (i) First, Kasikili Island formed initially as a meander bend. It became an island after an avulsion event which formed a meander cut-off.
- (ii) Second, the northern channel is an incipient oxbow lake. It is prevented from attaining this status by the low rates of sediment transport, and by the inflow of water into its eastern limb from the Kasika anabranch channels.
- (iii) Third, the majority of flow at times of significant downstream discharge passes to the south of the Island, and the route of this flow is therefore the main channel, as shown again in this photograph (No. 2.61).
- (iv) Finally, this narrow southern channel, which is clearly visible during low water periods, is the thalweg channel within the main channel.

40. Mr. President, Members of the Court, may I thank you for your consideration of these arguments. I should be grateful if you would now call Professor Chayes forward to summarize the day's pleadings.

The PRESIDENT: Thank you so much, Professor Richards. Professor Chayes, please.

---

<sup>60</sup>RN, Vol. II, Scientific Reports, Alexander, fig. 9.

Mr. CHAYES:

May it please the Court:

## 7. LEGAL ANALYSIS OF THE SCIENTIFIC EVIDENCE

### Introduction

Mr. President, Members of the Court.

1. We have spent the morning exploring the hydrology and geomorphology of the Chobe River. I think you should expect certificates of competence in these disciplines to await you at the Registrar's office. But all of this scientific material, recent and remote, provides a close-grained and compelling demonstration that the main channel of the Chobe River flows to the south of Kasikili Island.

2. My purpose in the remainder of this session is two-fold:

- *First*, to place this abundant factual material against the legal background of this case, and
- *Second*, to highlight the main conclusions to be drawn from the factual evidence.

3. I hope to do so in language that seems comfortable to me as a lawyer, and therefore may be more comfortable to you as judges.

4. To begin with, let me recall the basic task we are about: interpreting the language of the Anglo-German Treaty of 1890. The Treaty, as we know, places the boundary between Namibia and Botswana around Kasikili Island in "the centre of the main channel" of the Chobe River. Namibia reads this language in a straightforward way as requiring a two-step process: first, the Court must identify the main channel, and then it must decide where within that main channel the centre lies.

### Criteria for defining the main channel

5. Both Parties as you have heard say that the main channel is the channel that carries the greater part of the flow in the river. Indeed, as between two litigants who seem to be diametrically at odds on everything else, the concordance of the Parties' expressions on this point is striking.

6. What is the derivation of this criterion? In Namibia's view it has three sources.

7. In the first place, it is an expression of the fundamental principle of Article 31 of the Vienna Convention, that the treaty is to be interpreted in accordance with the ordinary meaning of its terms. The ordinary meaning of the words "the main channel" is the channel that carries the greatest proportion of the flow of the river. Or that is at least one of the ordinary meanings. Because, as Professor Delbrück argued yesterday, the words "the main channel" in their ordinary meaning also connote the channel that carries the largest volume of traffic. Both elements — volume of flow and volume of traffic — are therefore relevant to the decision of the question before the Court, and both point to the channel to the south of the Island.

8. Secondly, the criterion has a scientific basis. Professor Sefe, Botswana's expert says: "The word 'main' has both hydrological and geomorphological connotations relating to the velocity of flow, hence the discharge."<sup>61</sup> Note that Professor Sefe does not say that as a scientific matter the main channel is the deepest channel. On the contrary, he insists specifically that "channel width and depth are not alternatives for determining the main channel of a river"<sup>62</sup>. Namibia is of the same view.

9. Finally, the legal materials support the idea that the main channel is the one carrying the greatest flow. We have already seen that the *Palena* decision endorses the discharge, or the comparative volume of the flow, as the relevant criterion for determining the "major channel" of a river.

10. The discussions of river boundaries among 19th century international law publicists also stress the element of current or flow. In my opening presentation yesterday, I quoted Calvo's emphasis on "the largest volume of water". I promised to return to the subject again today.

11. Many other authors are to the same effect:

- Rivier: "the position of the thread of water that moves most swiftly"<sup>63</sup>

---

<sup>61</sup>MB, App. to Chap. VII, p. 5.

<sup>62</sup>CMB, Vol. II, App. 4, para. 50.

<sup>63</sup>"la position du filet d'eau qui se meut avec la plus grande vitesse".

- Despagnet: "the channel formed by the current of the water"<sup>64</sup>
  - Fiore: "the line ideally drawn in the middle of the part of the bed where the waters are the deepest and the most rapid"<sup>65</sup>
  - Bonfils: "the middle of the principal current"<sup>66</sup>
  - Engelhardt: "the deepest part of the bed on which the current moves most swiftly"<sup>67</sup>.
- Orban uses identical phraseology.

12. Most of these commentaries occur in the context of discussions of the thalweg concept. German dictionary definitions of the term "thalweg" likewise speak of "the channel wherein the water flows"; or "the points of greatest surface velocity of flowing water"; or "the line of the fastest current"<sup>68</sup>.

13. References to the thalweg in relation to downstream navigation are also closely connected to the idea of the current as the central element of the thalweg concept. The integral link between these two factors is expressly recognized by important turn-of-the-century commentators. I give only a few examples<sup>69</sup>:

- Westlake: "the course taken by boats going down stream, which again is that of the strongest current . . ."
- von Neumann: "the line that is taken by ships going downstream, more precisely the center of the downward current".

14. Englehardt, a leading participant in the 19th century European debates, makes this linkage explicitly, and in very practical terms. He adds to the quotation I read a moment ago:

---

<sup>64</sup>"le chenal formé par le courant de l'eau . . ."

<sup>65</sup>"la ligne . . . idéalement tracée au milieu de la partie du lit où les eaux sont les plus profondes et les plus rapides".

<sup>66</sup>"le milieu du courant principal".

<sup>67</sup>"la partie la plus basse du lit sur laquelle le courant se meut avec la plus grande vitesse".

<sup>68</sup>CMN, para. 61.

<sup>69</sup>These references and others are discussed at CMN, paras. 61-65.

"In practice the course of the channel cannot be determined with mathematical precision. Ordinarily, it is enough to observe the path taken by the boats of the greatest tonnage."<sup>70</sup>

The basis of this connection between navigation and the strength of the current is not hard to find. From time immemorial, when people travelled on rivers, they followed the current when going downstream. That is the most efficient route. Whatever the mode of transport, it saves time and energy to let the current do part of the work.

15. Namibia has shown in its written pleadings that there was no "thalweg doctrine" in the 19th century — no requirement that, as a matter of customary international law, river boundaries must follow the deepest channel<sup>71</sup>. The references I have just discussed were part of the debate on a possible *emerging* thalweg doctrine. They are concerned with the question of the location of the main channel in a single unified river. They do not address our situation, where a river separates into two branches, and the problem is to identify which of these is the main channel. Nevertheless, they emphasize the importance of the element of the flow of the river in the process of establishing riverine boundaries. To the extent that depth was a factor in the academic discussion, it was because it usually coincides with the two other elements — the strength of the current and navigation. These references show, however, that in the 19th century the *flow* or *current* of the river was the core of the emerging thalweg concept.

\* \* \*

16. From the discussion to this point, the Court will see that all three sources of the criterion — the ordinary meaning, the scientific meaning and the legal meaning — converge. All

---

<sup>70</sup>"En pratique on ne détermine point la direction du chenal avec une précision mathématique . . . L'on se contente d'ordinaire d'observer *la course* des bateaux de plus fort tonnage, . . ."

<sup>71</sup>CMN, paras. 7 and 59; RN, para. 108.

three consider that the main channel is the one that carries the largest discharge or the largest proportion of the flow. That is also the test that both Parties endorse.

17. The Parties are also at one that the question of which channel carries the most flow is essentially a factual question.

18. Here also, the decided international cases are in accord. The *Palena* decision — to which we have already referred — interpreted a portion of a prior arbitral Award of 1902, defining a river boundary between Chile and Argentina. The question, it said, was a geographical question. That is to say, it explicitly invoked factual, or as it said, scientific evidence. It grounded its conclusion on evidence of the then existing factual situation, even though it was clear that "it [was] not the river which the Arbitrator had in contemplation when he pronounced the 1902 Award"<sup>72</sup>.

19. The more recent decision in *Laguna del Desierto*, dealing with another section of the border between Argentina and Chile as defined in the Award of 1902, is to the same effect. In this sector, the Award said the border followed the local parting — that is the 1902 Award. The tribunal said that when an instrument defines a frontier in terms of a natural feature, the delimitation does not depend on accurate knowledge of the area by the draftsman. What signifies is

"its true configuration. The ground remains as it has always been. Consequently, the local water parting existing in 1902 is the same as that which can be drawn at the date of the present arbitration. Accordingly, this judgment is not revising, but faithfully applying the provisions of the Award of 1902."<sup>73</sup>

20. What we are seeking then is "the true configuration" — the channel that carries the greatest proportion of the flow as a matter of fact under the conditions that actually exist in the Chobe River, regardless of the state of knowledge of the drafters of the Treaty or the opinions of intervening observers.

21. I turn therefore to the factual evidence identifying the channel that carries the greatest proportion of the flow of the Chobe River at Kasikili Island.

---

<sup>72</sup>38 *ILR* p. 92.

<sup>73</sup>113 *ILR* p. 76.

**The factual and scientific evidence**

**1. The overall pattern of flow in the Chobe River**

22. The first step is to recall the annual pattern of flow in the Chobe River as you have seen it in the video and as described by Namibia's experts.

23. You have been through this more than once, so I shall only hit the high points (No. 2.63). You will remember that by the time the Chobe River reaches a point about halfway along the Linyanti Ridge, the river has dried up. From this point to Lake Liambezi and below the river is *dry throughout the year*, and has been for many years and for many periods in the past.

24. In the dry season the river-bed remains dry from there on down to Serondela, some 15 kilometres above Kasikili Island. On the screen is a photograph of Ngoma Bridge taken in September 1996, the middle of the dry season (No. 2.64). You have seen it before; this time I want to point out that there is no water passing under the bridge.

25. As we all know, this changes in late February or March, when the annual rise of the Zambezi River begins at Katima Mulilo. The overbank flow advances across the flood plain on a broad front following the general slope of the land. The progressive inundation of the flood plain was dramatically shown in the video and in the images presented by Professor Alexander.

26. Now, I should like to draw the Court's attention to a point of great interest and importance. As you heard from Professor Alexander, when the annual inundation begins at Kasikili Island itself, it proceeds from east to west, that is, in an *upstream* direction. How can that be? The first law of hydrology, and perhaps the only one known to all of us, is that water cannot run uphill. It turns out, however, that, as Professor Alexander has stated, the critical factor involved is not the comparative height of the *river-bed* between two points. It is the comparative height of the *water surface*. Normally these two are in general accord, but not always. Let me provide a homely illustration of the point: the ordinary bathtub (No. 2.65). The bathtub has a drain at one end, and the bottom of the tub slopes upward from that point. But when the plug is in the drain and the

water from the tap runs into the tub, the inflow at the low end raises the surface level of the water there above the level further up in the tub — and the water runs "uphill," filling the tub.

27. The same phenomenon occurs at Kasikili Island at the beginning of the inundation. The Island is close to the Zambezi, so the overbank flow reaches it before it gets to the part of the Chobe further upstream. Just like the tap in the bathtub, this overbank flow raises the water level at the lower end, and so it flows in an upstream direction. The first Europeans in the area observed this phenomenon. Streitwolf, the first German Imperial Resident in the Caprivi, records that "the rising waters of the Zambezi also move naturally upward into the Linyanti [i.e., the Chobe]"<sup>74</sup>. I pause at this moment to say that there is some, not confusion, but differentiation in the terminology. The whole Guando Marshi Linyanti Chobe system to which Professor Richards referred, is referred to in the Treaty as the Chobe River, that can be seen, but contemporary observers often distinguished between the parts of the Treaty and Streitwolf called the whole thing the Linyanti River. This same upstream flow is commonly referred to in technical reports today<sup>75</sup>.

28. A week or so later, however, the overbank flow reaches the Chobe River in full force upstream of Kasikili Island. Then the direction of the flow reverses. It proceeds *down* the river past Kasikili Island to Mambova Rapids and beyond to the junction with the Zambezi. The high water period is thus the only period when there is substantial downstream flow in the Chobe River at Kasikili Island.

29. The question before the Court is which channel carries the greater portion of this flow. Intuitively, it seems that it must pass to the south of the Island. In general the slope of the flood plain is from north to south. That is because, as Professor Richards tells us, the entire flood plain reflects a down-faulted trough at the base of the Chobe Ridge. This trough along the base of the

---

<sup>74</sup>MN, Annex 141, p. 61.

<sup>75</sup>*Department of Water Affairs South West Africa/Namibia First Annual Report on the Hydrology of the Eastern Caprivi*, February 1983, p. 8; *Second Annual Report on the Hydrology of the Eastern Caprivi*, January 1984, p. 5; *Third Annual Report on the Hydrology of the Eastern Caprivi*, February 1985, p. 8; Republic of Namibia Ministry of Agriculture, Water, and Rural Development Department of Water Affairs, *Hydrological Review of the 1992/93 Season*, September 1994, p. 9.

ridge is in general the lowest lying portion of the flood plain. The overbank flow would naturally gravitate toward that line. The intuitive conclusion is fully supported by the evidence that I will now review.

## **2. The Chobe River is not a perennial river**

30. Let me return once again to the question whether the Chobe is a perennial river. I do so because this claim is a central pillar of Botswana's position. Two of the "six propositions" that Botswana says underlie its case and two further sub-chapter titles or headings in the Botswana Counter-Memorial contain the assertion that the Chobe is a perennial river<sup>76</sup>.

31. Both Professor Alexander and Professor Richards state categorically that these statements are in error. And that is plainly the case.

32. A perennial river, as Botswana itself says, is one that never dries up<sup>77</sup>. But as I discussed a moment ago, the Chobe River is dry throughout the year from a point 15 or 20 kilometres above Lake Liambezi through to some 10 to 15 kilometres below it. During the dry season, there is no water in the river all the way down to Ngoma Bridge. In the video you saw Professor Alexander's helicopter in the river-bed upstream of Lake Liambezi, so I won't show that again. But, here instead, is a photograph of Sir Elihu Lauterpacht walking on the dry bed of Lake Liambezi, some 75 kilometres upstream from Kasikili Island (No. 2.66). Unfortunately, under the circumstances, this represents the only appearance of Sir Elihu in these oral proceedings.

33. There is no need to belabour the point. The Chobe River is not a river that never dries up. It is dry for much of its length most of the time. It is not a perennial river.

34. Botswana slides from the erroneous claim that the Chobe is a perennial river to its equally erroneous assertion that flow in the river is "continuous". Again, Botswana is not content with saying it once. It says it over and over again:

---

<sup>76</sup>CMB, paras. 327-334; Chap. 6 (G) (iii) and (G) (iv).

<sup>77</sup>CMB, App. II, para. 9.

- Counter-Memorial of Botswana, paragraph 263: "The Chobe River is an independent perennial river with *continuous flow* at all seasons of the year through the northern channel around Kasikili/Sedudu Island . . ."
- Paragraph 272: "Flow through the northern channel is *continuous in a downstream direction*."
- Paragraph 334: "Flow in a downstream direction through the northern and western channel is *continuous*."
- Paragraph 351: "*continuous downstream flow* at the bifurcation of the island through the northern and western channel".
- Paragraph 381, again: "*Flow in a downstream direction through the northern and western channel is continuous*."

35. As we have just seen, the evidence is exactly the contrary. The Court has seen the photographs.

36. Furthermore, the flow in the lower Chobe River does not always go in a downstream direction, as asserted by Botswana. As I explained a moment ago, at the beginning of the annual inundation, the flow, both in the vicinity of the Island and further up between Serondela and Ngoma Bridge, goes upstream.

37. Botswana's assertion of continuous flow in the northern channel in a downstream direction is thus wrong on both counts: The flow is not continuous. And it is not always in a downstream direction.

38. The preceding discussion shows that Botswana has made two monumental errors — and not once, but persistently — with respect to matters of fact within the knowledge of anyone who is in the least acquainted with the lower Chobe River. That, of course, must cast serious doubts on the overall reliability of Botswana's scientific analysis.

39. But there is a more substantive and more important point to be drawn from this discussion. These two assertions — first, that the Chobe River is a perennial river and second, that

flow through the northern and western channels is continuous — these two assertions are — by Botswana's own statement — the foundation of its scientific case that the major portion of the flow goes through the northern channel<sup>78</sup>. If the two assertions are wrong, the conclusion that the largest portion of the flow goes through the northern channel must fall with them.

**3. In the dry season, there is no significant flow in either channel of the Chobe River around Kasikili Island**

40. Botswana's basic assertions are mistaken in another sense. The quotations I just read uniformly state not only that the flow is continuous, but that it is continuous *through the northern channel*. This too is error.

41. Since, in the dry season, the Chobe River is dry above Serondela, it follows that during that season, no water enters into the Chobe River around Kasikili Island from the west. If there is no water coming in, there can be no flow going through the northern channel at those times. Far from flowing continuously, the northern channel is substantially stagnant in the dry season. So too, of course, is the southern channel. Indeed, were it not for the downstream control exercised by the Mambova Rapids, the water in both channels would run straight down to the Zambezi, and the whole course of the river above Kasane would be substantially dry almost to Linyandi village.

42. Now Professor Alexander and Professor Richards have both mentioned the importance of downstream control. What is meant by this phrase? Downstream control exists when the flow of a river is decisively affected by some feature downstream. The most obvious example is a dam. If a dam is built across the river, the flow is interrupted. The dam controls the flow. In our case, there is no dam (No. 2.67), but the Mambova Rapids act like a weir. In addition, although no water is coming into the Chobe from the west, there is always flow into the river at Kasane, below the Island. It comes from the Zambezi through these two anabranching channels. This defines the minimum water level in the two channels and at Kasane.

---

<sup>78</sup>MB, para. 216; CMB, para. 250.

43. Again, perhaps my homely example of the bathtub may clarify the point. Bathtubs ordinarily have a safety or overflow drain to prevent them from overflowing (No. 2.68). If the tap continues to run, the excess water flows off through the overflow drain. The level of the water in the bathtub remains constant. There is no flow *through* the bathtub, from the back to the front, however. The water flowing out of the overflow drain does not come from the rear of the tub. Most of the water in the tub remains substantially stagnant. What goes down the overflow drain is the water at the lower end of the tub near the tap.

44. The water in the two channels around Kasikili Island in the dry season behaves like the water in the bathtub with the overflow drain. The flow entering through the anabranching channels goes right on out through the Mambova Rapids, and the two channels around the Island remain substantially stagnant — and at a level determined by the downstream control exercised by the Mambova Rapids.

45. Beyond revealing a third fundamental error in Botswana's hydrologic analysis, what is the significance of the fact that in the dry season, the water in the two channels is in effect stagnant? It means that comparisons of the two channels, comparisons of the two channels, either in photographs like the one on the screen (No. 2.69), taken in the dry season, or measurements taken during the same period, can provide no significant information about the comparative flow in the two channels overall. Because there is almost no flow to observe or measure.

46. In my opening, you will recall, I said that the many pages in Botswana's pleading devoted to comparisons of the width and depth of the two channels as they appear on dry-season aerial photographs were essentially irrelevant. In the first place, it is impossible to observe the flow of water or depth of the channels in these photographs taken from an altitude of more than 3,000 metres. And secondly, how comparison of pictures of channels that are stagnant can provide any information as to the relative flow in the two channels, Botswana does not say.

47. Botswana, as you know, also took flow measurements in some dry season months in 1997 and 1998. These measurements first became available to Namibia when the Replies were

exchanged. Professor Alexander has already shown that these measurements confirm Namibia's position. The northern channel is, as a practical matter, stagnant in the dry season. Because this is a key point, I would like, with the Court's indulgence, to review Professor Alexander's analysis.

48. You will find the tables recording Botswana's flow measurements at tab 16 in yesterday's materials. The measurements taken in the dry season months are outlined in red. As I said yesterday, the velocity of flow in metres per second varies from .014 to .051. That is between 1 and at most 5 centimetres per second. I will not repeat Professor Alexander's metre-stick demonstration, but most of these reported dry season velocities are close to or below the extreme minimum limit of the range of the metre used by Botswana. Thus the reliability of these low velocity measurements is doubtful.

49. This doubt is increased because the figures give no indication of the direction of the flow when the measurements were taken. You will recall that, in the first week in March 1998, Professor Alexander measured flow going in an upstream direction at low velocity. This upstream flow, as I suggested a moment ago, is exactly what would be expected at the beginning of the rise in the Zambezi River. And the Zambezi River began rising rapidly in late February 1998 and reached an initial peak on 3 March. By convention, upstream flow should be indicated by a negative sign in the tables, but there are no such indications in Botswana's tables for the entries in early March. This reflects at least lack of care and, I would say, lack of accuracy in the compilation.

50. But even assuming for the sake of argument that Botswana's figures are accurate, it would take something like five days at the recorded flow velocities for a drop of water to travel the 9 kilometres from Kasikili Island to the Mambova Rapids. As far as Namibia is concerned, a river that flows at that velocity is to all intents and purposes stagnant.

51. The conclusion follows that the photographic comparison or flow measurements during the dry seasons cannot provide reliable evidence of the relative flow overall in the two channels.

**4. When there is substantial flow in the Chobe River,  
it goes to the south of the Island**

52. To this point, I have been discussing the dry season, when there is no substantial flow in the Chobe River at Kasikili Island. What is the situation when there *is* flow?

53. As we know, the water flowing through the lower Chobe River does not come from its own catchment to the north and west. It is overbank flow from the Zambezi River, proceeding south across the flood plain until it reaches the Chobe Ridge. There it is deflected into the bed of the Chobe River and ultimately flows past Kasikili Island.

54. Namibia has shown this photograph (No. 2.70) several times now, but, with the Court's permission, I will do so once again. As the Chobe River approaches Kasikili Island from the west, it fills its channel from bank to bank. When it reaches the Island, it does not make a left turn to go up the narrow northern channel. The northern channel is far too small to contain it. Instead it flows straight ahead to the south of the Island. It fills the main channel. The well-marked right bank of that channel is an extension of the right bank immediately to the west. The left bank is marked by the line of high ground crossing the Island in a west-east direction. This slide (No. 2.71) is an enlargement of Botswana's photograph taken in June 1997. It shows the left bank very clearly. The water is already receding, so much of the western end of the Island has dried out, and some is exposed. The gaps in the bank of the northern channel through which the water flows out of it and into the main channel can clearly be seen.

55. As you know, Professor Alexander's flow measurements are fully consistent with this account. In the main channel to the south of the Island, the flow was 247 cubic metres per second, almost 60 per cent of the total. In the northern channel, it was 188 cubic metres per second<sup>79</sup>.

56. Botswana took flow measurements a few days later. They are indicated in blue at tab 16 in yesterday's materials. Again, because the point is of great importance, I would like, with the Court's permission, to review Professor Alexander's analysis of these measurements.

---

<sup>79</sup>RN, second supp. rep., para. 7.2.

57. The slide on the screen (No. 2.72) shows the sites at which Botswana's measurements were taken — B2 in the southern channel and B1 in the northern channel.

58. It is readily apparent that measurements at B2 will not reflect the flow in the main channel. They measure only the flow in the thalweg channel, rather than the main channel from bank to bank. This is borne out by the tables. They show that the surface width for 8 and 10 May 1998, where the table shows the highest flow, is 77 metres. This is roughly the same as the width shown for measurements made in the dry season, for example, on 11 and 19 February 1997. This is only a small fraction of the width of the main channel.

59. As you can see by reading across the row at the top of the tables, the volume of flow is calculated by multiplying the surface width by the mean depth by the mean velocity. Since Botswana's measured surface width is only a fraction of the true surface width of the main channel, the cross-section used is much too small. Therefore, the figures given in the table drastically understate the true flow in the main channel.

60. In the northern channel, Botswana's measurements were taken at point B1. As Professor Alexander showed you this morning, the site is located in the entrance to the main channel. Much of the flow at this point does not continue down the northern channel but flows across it and into the main channel. Measurements taken at point B1, therefore, significantly overstate the actual flow in the northern channel.

61. There is no way of calculating the exact amount of these errors in Botswana's measurements. They are obviously substantial. As a result, Botswana's figures cannot be accepted as evidence of the comparative flow in the two channels. Professor Alexander's flow measurements, on the other hand, corroborate — and are corroborated by — the wealth of hydrologic evidence indicating that the major portion of the flow goes through the main channel to the south of the island.

**5. The northern channel is a cut-off meander and therefore cannot be the main channel**

62. My discussion thus far has focused on the contemporary hydrology of the lower Chobe River. It is based primarily on Professor Alexander's observations and analysis.

63. Professor Richards has viewed the situation in the Chobe River at Kasikili Island from another perspective entirely. He has plumbed the geomorphologic history of the region, the vast forces of earth and climate that have determined its present shape. He bases his account in considerable part on data developed by Professor Sefe, Botswana's expert, in his core sample study of the Island. Professor Richards finds in these ancient records an entirely different basis for the conclusion that the main flow of the Chobe River passes to the south of Kasikili Island.

64. According to Professor Richards, the northern channel is a cut-off meander. It was created by an avulsion of the river about a thousand years ago. Again, I ask the Court's indulgence to recapitulate his analysis and even show again a few of his pictures.

65. Meander loops are a characteristic feature of low gradient rivers. In the video we saw a classic example on the Mashu reach of the Chobe River, north of the Linyandi Swamp (No. 2.73). It is clear that the river flows around the meander loop and *that* is the main channel of the river. But when the river breaks through at the base of the loop (No. 2.74), the flow no longer goes around the meander loop. Most of it goes through the new breakthrough channel at the base of the loop. As the breakthrough continues to deepen and widen over time, more and more of the flow of the river goes through this channel at the base. When the process is completed, all of the flow of the river goes through the breakthrough channel. The loop becomes an oxbow lake (No. 2.75), and ultimately dries up completely. The breakthrough channel has become the main channel of the river.

66. This is a process that, according to Professor Richards, occurred and is occurring at Kasikili Island. The implications of this evolution are decisive for the present case. Since the northern channel is a cut-off meander, it cannot, by definition, be the main channel. At the same

time, the breakthrough channel at the base of the meander loop to the south of the Island *is* by definition the main channel.

#### **6. The centre of the main channel**

67. In conclusion, let me call your attention to the second part of the interpretive task that is before the Court. The first, of course, is to identify the main channel, we have done that. The second is to locate the *centre*, or in the German text, the *Thalweg* of the main channel.

68. As a preliminary matter it is necessary to reconcile these two texts by a construction that does no violence to either the English or the German word. There are two choices. "Centre," for the purposes of the Treaty, might in theory be taken as meaning the geometric middle line of the river, equidistant from both banks. Or it may mean the thalweg of the river. The first possible meaning — the geometric midline of the river — would do violence to the German text. By no stretch of meaning can the word thalweg, which is the sinuous line connecting the lowest points in a channel, be taken as equivalent to the geometric midline. By contrast, you will recall that yesterday, Professor Delbrück showed that in legal usage, the English word "centre" could be a synonym for the thalweg. Thus, in Namibia's submission, the only construction that accommodates both the English and the German text places the boundary in the thalweg of the main channel.

69. The location of the thalweg of the main channel is again a factual question. Both Professor Alexander and Professor Richards had something to say about it.

70. (No. 2.76) The dry season photograph on the screen shows a narrow, sinuous channel running to the south of the Island. As we have seen, this is the thalweg channel of the main channel. When water is flowing in the Chobe River it fills the main channel from bank to bank and submerges this thalweg channel.

71. But there is no need to be an expert hydrologist to understand this. A small stream runs near my house in the Berkshire Hills of Massachusetts. In the spring, when the rains come, it fills from bank to bank and flows down the hill. As the summer months pass, it begins to dry out, until by the end of August it has shrunk to a small, winding rivulet a few inches across. The elementary

laws of physics tell us that this rivulet will follow the lowest line of the stream bed. It is the thalweg channel of the stream. But when the rains come again in the spring, it will be submerged. The thalweg — the line connecting the lowest points in the bed of the stream — will lie within that rivulet.

72. (No. 2.77) As we saw, this is the thalweg channel of the main channel of the Chobe River. In a technical sense, the thalweg — and therefore the boundary — connects the line of deepest points in this thalweg channel.

73. Thus the interpretative task set at the beginning of this pleading is completed. Here is the main channel of the Chobe River at Kasikili Island. Here lies "the centre" — that is to say the thalweg — "of the main channel", and the boundary between Namibia and Botswana around Kasikili Island.

Mr. President, that concludes my presentation.

The PRESIDENT: Thank you so much Professor Chayes. The Court will resume tomorrow in these proceedings at 10 o'clock but I should say that the Court will meet on another matter at 9.45 a.m. in the case concerning *Request for Interpretation of the Judgment of 11 June 1998 in the Case concerning the Land and Maritime Boundary between Cameroon and Nigeria (Cameroon v. Nigeria), Preliminary Objections (Nigeria v. Cameroon)*, in order to swear in the judges *ad hoc* in that matter. That will take just a few minutes and therefore these proceedings will resume at 10 o'clock tomorrow. Thank you so much.

*The Court rose at 1.05 p.m.*

---

Non-Corrigé  
Uncorrected

Traduction  
Translation

**CR 99/2 (traduction)**

**CR 99/2 (translation)**

**Mardi 16 février 1999**

**Tuesday 16 February 1999**

0 1 0

Le PRESIDENT : Veuillez vous asseoir. Monsieur Chayes.

M. CHAYES : Monsieur le président, Madame et Messieurs de la Cour.

Dans le jeu de documents remis aujourd'hui, vous trouverez après un feuillet intercalaire jaune dans le dossier le plan des exposés qui seront faits aujourd'hui, c'est le premier document du dossier.

Comme vous le verrez à la lecture de ce plan, nous nous proposons de commencer aujourd'hui par la projection d'un court film vidéo vous présentant la région autour de l'île de Kasikili ainsi que la région du Chobe dans son ensemble. Pour ceux qui préféreraient regarder le film vidéo en français, nous avons fourni le texte de l'exposé aux interprètes de sorte que vous pourrez entendre en français le même commentaire que ceux qui l'écouteront en anglais.

M. Tafa : On ne nous a malheureusement pas remis des exemplaires du dossier dont parle M. Chayes.

M. CHAYES : Je crois que nous avons remis des dossiers au greffier pour la délégation botswanaise. S'ils ne se trouvent pas au Greffe, je demanderai à M. Helgeson de voir si l'on peut régler ce problème. Je suis vraiment désolé que les dossiers n'aient pas été distribués, mais nous avons fourni le nombre voulu d'exemplaires au Greffe.

Après le film vidéo, M. Alexander fera un exposé sur l'hydrologie du Chobe, et ce plus particulièrement au voisinage de l'île de Kasikili. Il sera suivi par M. Richards qui parlera de la géomorphologie de la région et je résumerai ensuite l'état du droit — enfin un mot d'une syllabe ! Je vous remercie, Monsieur le président, le film vidéo va maintenant commencer.

Le PRESIDENT : Merci Monsieur Chayes. Nous sommes en train d'examiner la question de la remise des documents à la délégation botswanaise et nous remercions son éminent agent de son intervention. Veuillez poursuivre.

**[La présentation du film vidéo commence]**

0 1 1 Le Caprivi oriental : ce programme est le compte rendu des observations scientifiques réalisées entre les mois de mars et de mai 1998 à la demande du Gouvernement de la République de Namibie pour aider la Cour internationale de Justice. M. Alexander et une équipe du ministère namibien des eaux ont étudié le Chobe et plus particulièrement les chenaux passant de chaque côté de la zone actuellement en litige — l'île de Kasikili.

Dans la bande de Caprivi, le Chobe pénètre d'abord en Namibie ici, il traverse la frontière de l'Angola et de la Zambie au nord. Notre équipe commence ses activités près de cette frontière par le survol du Chobe en hélicoptère, vers l'aval, afin de montrer ses caractéristiques principales. Nous sommes en mars 1998.

Après le pont de Kongola, le Chobe dessine des méandres vers le sud à travers la large plaine d'inondation. Le cours d'eau à méandres se caractérise par la présence d'étendues d'eau de forme incurvée, qui en faisaient autrefois partie intégrante, mais sont désormais dissociées d'elle, — ce sont des méandres résultant d'une avulsion, également appelés bras morts.

La bande aride en haut à droite de l'image marque la frontière entre la Namibie — à droite — et le Botswana — à gauche. Elle se dirige vers nous le long du 18<sup>e</sup> parallèle. A l'endroit où elle rejoint la partie sinueuse du Chobe, la frontière oblique pour suivre celui-ci vers l'aval.

La rivière s'écoule vers le sud-est jusqu'à l'arête du Chobe — à l'endroit marqué par la ligne horizontale bleue sur la carte. L'arête détourne le fleuve, qui, dès lors, coule vers le nord-est — à droite de l'image — le long de la base de celle-ci. Cette arête bordée d'arbres forme la rive droite du Chobe quasiment jusqu'à l'île de Kasikili — et plus loin encore.

Après s'être heurtée à l'arête, la rivière pénètre dans une large zone de marécages peu profonds; dans ce climat semi-aride, l'eau s'évapore progressivement dans l'atmosphère. A cet endroit, la rivière et sa plaine d'inondation se sont complètement asséchées.

Plus loin en aval, vue du sol, la rive droite de la rivière est clairement définie au pied de l'arête — mais l'évaporation dans les marécages situés en amont fait que la rivière est complètement asséchée; l'hélicoptère peut donc atterrir. La rive gauche, par contre, n'est pas du tout clairement définie. Sur la carte nous nous trouvons maintenant à mi-chemin entre le lieu où la rivière rencontre pour la première fois l'arête et le pont de Ngoma.

L'hélicoptère décolle à nouveau, longeant le lit asséché de la rivière. Selon les relevés hydrologiques, aucune eau n'a franchi ce point depuis quinze ans. Bien que la carte indique, en bleu clair, la présence d'eau dans le lac, à Liambezi, son lit est également asséché aujourd'hui.

012

L'hélicoptère poursuit son vol en suivant le cours de la rivière. Nous apercevons de l'eau en vue du pont de Ngoma : des points d'eau stagnante dans le lit de la rivière.

A côté du pont, un hydrologue vérifie le matériel de mesure. Ce matériel va enregistrer les variations du niveau de l'eau, lorsque l'eau s'écoulera plus tard à cet endroit.

Nous suivons le Chobe vers l'aval, son cours continue de longer, sur la droite, le pied de l'arête du Chobe, bordée d'arbres. Nous passons Serondela, la rivière commence à s'élargir — et nous nous approchons finalement de l'île de Kasikili elle-même.

Le modèle montre la forme de l'île lorsqu'elle n'est pas submergée. En amont — sur la gauche — on voit la bifurcation où le Chobe se scinde en deux autour de l'île. Le chenal nord s'avance jusqu'à Kasika, à l'endroit où le chenal en épi formant un cul-de-sac le rejoint, puis dessine une courbe pour de nouveau rejoindre le chenal sud au point de confluence, en haut et à droite du modèle. A partir de la bifurcation, le chenal sud longe l'arête couverte d'arbres, dépasse le siège du parc national du Chobe situé sur la rive botswanaise pour se diriger en ligne droite vers le point de confluence. Le chenal sud, tel qu'on le voit sur le modèle, est le *thalweg* du chenal principal. Il se situe à l'intérieur d'un chenal plus large l'englobant, apparaissant maintenant en surimpression sur le modèle : c'est celui-ci qui est le chenal principal.

Voici maintenant une vue de l'île en regardant du nord vers le chenal nord; à cette époque, en mars, les eaux de débordement du Zambèze au nord se déversent dans le tronçon est du chenal nord — Kasikili est déjà partiellement submergée.

L'équipe est basée à Kasika. Son objectif sur le plan hydrologique est d'installer le matériel et d'effectuer un voyage de reconnaissance autour de l'île dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, l'intention étant de remonter vers l'amont le chenal nord jusqu'à la bifurcation, de tourner dans le chenal sud et de suivre celui-ci sur toute sa longueur jusqu'au point de confluence, puis de revenir à la base par le bout restant du chenal nord.

A Kasika même, des membres de l'équipe doivent d'abord mettre en place des échelles limnimétriques pour mesurer le niveau de l'eau; puis ils reportent ces différents niveaux dans le matériel d'enregistrement. Celui-ci est installé puis testé. Nous sommes maintenant sur le bateau de reconnaissance quittant Kasika — l'hôtel flottant, le *Zambezi Queen*, est amarré en permanence. Notre bateau se déplace sur le chenal nord de la rivière. L'arbre solitaire sur la rive de l'île est un repère que nous reverrons par la suite — voici sa position sur le modèle. En face, l'équipe procède à ses premières observations. Un colorant vert, déversé dans l'eau, montre que le courant est très faible.

Plus loin, le long du chenal nord, l'équipe a une surprise...

Plus haut dans le chenal nord, le bateau de reconnaissance s'arrête ici, à la seconde des deux brèches ouvertes dans la rive du côté de l'île, face à l'arête du Chobe. En périodes de hautes eaux, le flux pénètre ici par les brèches pour atteindre ensuite le chenal principal — mais le colorant montre qu'en ce moment, en mars, il n'y a pas de courant significatif.

Le bateau poursuit son chemin, atteint la bifurcation et tourne à l'angle pour passer du chenal nord au chenal sud, près de l'arête. Nous regardons maintenant vers l'aval — où l'eau est suffisamment profonde pour que cet hippopotame soit complètement submergé. Il n'existe aussi aucun obstacle à la navigation.

Tout près, un troupeau d'éléphants se trouve dans les eaux du large chenal sud du côté de l'arête du Chobe. Lorsque la caméra effectue un panoramique à gauche, l'île de Kasikili apparaît.

Le bateau suit maintenant le milieu du chenal sud, vers l'aval, l'arête du Chobe étant droit devant. La rivière trace un grand «S» en face du siège du parc sur la rive droite; puis reprend un parcours rectiligne. Ici, comme précédemment, la rive droite à pic est clairement définie, se prolongeant au loin. Les arbres poussent jusqu'au bord de l'eau.

La rive opposée — l'île de Kasikili — est très différente : elle est plate et peu élevée. Dans un mois, en avril, l'eau va submerger l'île et atteindre le chenal sud où nous nous trouvons.

Le bateau arrive maintenant au confluent des deux chenaux, nous tournons à gauche et remontons le chenal nord en contournant la pointe extrême de l'île. Les trois arbres que nous voyons se situent au point le plus élevé de l'île de Kasikili. Le chenal nord du côté de l'île est

bordé de formations de papyrus et de nénuphars. Ils montent et descendent en fonction des changements de niveau d'eau; leur présence indique que la vitesse du courant est faible dans cette partie du chenal.

L'équipe a maintenant terminé son premier tour de l'île et retourne à la base de Kasika.

014

Nous sommes toujours en mars. Pour la suite des recherches, l'équipe reprend l'hélicoptère à Katima Mulilo sur le Zambèze. Le but est de suivre l'écoulement de la crue du fleuve dans la plaine d'inondation vers Kasikili et l'arête du Chobe.

Au départ de Katima Mulilo, le Zambèze est large et reste entre ses deux rives. Mais à peine 10 kilomètres plus loin en aval, il commence à déborder, inondant la plaine sur son chemin vers l'arête du Chobe. Les Masubia qui vivent ici se sont déjà réfugiés sur des terres plus élevées, ainsi que leurs ancêtres l'ont fait depuis des générations. Leurs villages sont vides en prévision de la montée des eaux, qui couvrent déjà plus de 1000 kilomètres carrés.

Nous voyons maintenant devant nous l'arête du Chobe. Toute la plaine est inondée, l'eau coulant vers le sud en direction de l'arête. Fin du survol, l'hélicoptère atterrit de nouveau à Kasika.

Nous sommes un mois plus tard, en avril 1998, et le niveau de l'eau à Kasika a augmenté — de 2 à près de 3,60 mètres d'après l'échelle linimétrique. Afin d'étudier les effets de l'inondation, l'équipe effectue un voyage en hélicoptère vers l'amont, remontant le Chobe de Kasika vers le pont de Ngoma. Nous quittons Kasika et survolons le Chobe vers l'amont : on aperçoit à droite le chenal en épi et au centre le chenal nord. La rivière est remplie maintenant — l'eau provenant de la plaine d'inondation sur la droite se déverse dans la rivière sous l'hélicoptère. Comme toujours, la rive droite est clairement définie. L'eau a maintenant atteint l'arête et longe celle-ci en direction amont jusqu'au pont de Ngoma. En mars, un mois plus tôt, il n'y avait que des poches d'eau stagnante et le linimètre n'indiquait pas qu'il y avait de l'eau — maintenant, au même endroit, l'eau afflue avec force vers l'amont. Dans environ deux semaines, le flux s'inversera.

Nous sommes toujours en avril, le flux est maintenant à son maximum, le jour suivant l'équipe fait un autre tour de l'île Kasikili en bateau, cette fois dans le sens des aiguilles d'une montre, afin de procéder à des observations et à des mesures. Le premier point est situé dans le

0 1 5 chenal sud, en regardant vers l'amont en direction de la bifurcation. Ici l'eau afflue maintenant avec force dans le large chenal principal dans notre direction. Le bateau contourne maintenant la pointe de la bifurcation et pénètre dans le chenal nord. Immédiatement la vitesse de l'eau est plus faible. Nous laissons le bateau dériver au fil du courant, afin de montrer sa vitesse et sa direction. Deux hirondelles se posent sur le bateau qui dérive tranquillement. Lorsque le moteur redémarre, elles s'envolent. Ce test du bateau dérivant montre que l'eau s'écoule du chenal nord dans le chenal principal.

Plus loin le long du chenal nord, l'emploi d'un colorant vert montre également que l'eau s'écoule du chenal nord dans le chenal principal.

Le bateau poursuit sa route jusqu'à l'arbre solitaire, où l'équipe s'est rendue un mois plus tôt. Maintenant la rive du chenal nord du côté de l'île est à cet endroit complètement submergée; ici également, l'eau s'écoule hors du chenal en traversant sa rive submergée.

Le colorant vert est de nouveau utilisé. Lorsqu'il se disperse et commence à se déplacer, il confirme que le flux d'eau vient du nord, traverse la plaine d'inondation, dépasse Kasika et vient se déverser directement dans le tronçon est du chenal nord.

L'équipe teste son matériel avant de reprendre le bateau. Le premier site de jaugeage est près du point de confluence des deux chenaux, dans la partie rectiligne du chenal sud. L'équipe installe le géodimètre sur la rive botswanaise. Des bateaux de touristes passent fréquemment pendant que l'équipe procède aux mesures.

A chaque site, l'ancre est mouillée afin de maintenir le bateau en position. Le prisme reflète un rayon lumineux vers le géodimètre afin de mesurer la distance; le compteur enregistre le nombre de tours effectués par le débimètre immergé. Les données sont envoyées par radio sur la rive; l'ancre est levée; l'équipe se déplace vers la position suivante dans le même profil transversal.

Plus tard le même jour, l'équipe se trouve dans le chenal nord, où le Botswana a érigé une perche sur la rive namibienne. L'équipe mesure la profondeur de l'eau à la perche puis traverse vers l'autre rive afin d'y installer un géodimètre. Une vedette de l'armée botswanaise arrive : l'équipe,

se sentant menacée par la troisième manœuvre d'approche de l'armée, abandonne ses recherches et retourne à Kasika. Sur le chemin du retour, l'équipe dépasse un bateau de touristes — l'un des deux seuls bateaux que l'équipe a pu observer dans le chenal nord au cours de toutes ses visites.

0 1 6

Nous sommes maintenant un mois plus tard, en mai 1998, et les eaux commencent à décroître; l'équipe retourne à Kasikili afin d'entreprendre une dernière série complète de relevés de jaugeage dans les deux chenaux. A chaque site, l'équipe utilise le même matériel et suit le même mode opératoire type.

Pour cette dernière série de mesures, nous avons retenu quatre sites, deux dans le chenal nord — B1 et N1 — et deux dans le chenal sud — N2 et B2. Voici les résultats des mesures de débit à chaque site en mètres cubes par seconde — 153 et 188 dans le chenal nord, 178 et 247 dans le chenal sud.

Au site B2 dans le chenal sud, une activité intense règne sur le fleuve lorsque l'équipe procède aux relevés. Une procession de bateaux touristiques passe. En tout, dix-sept bateaux en cinquante-sept minutes. L'équipe suit les bateaux touristiques vers l'amont. Sur la rive botswanaise, là où l'arête du Chobe s'enfonce dans la rivière, ce que les visiteurs sont venus voir paraît évident.

D'un point de vue hydrologique, toutefois, que montrent réellement les observations réalisées par M. Alexander et son équipe pendant ces trois mois ?

En premier lieu, le lit du Chobe est à sec à partir d'un point situé en amont du lac Liambezi jusqu'au pont de Ngoma.

En second lieu, jusqu'au mois de mars encore, l'écoulement est quasiment nul ou nul dans le chenal nord.

En troisième lieu, l'eau qui s'écoule dans le Chobe vers l'aval au-delà de l'île de Kasikili, provient des débordements du Zambèze.

En quatrième lieu, les eaux de débordement du Zambèze atteignent également la partie est du chenal nord, mais elles arrivent directement du nord sans passer par le Chobe en amont de l'île.

En cinquième lieu, en avril, le flux s'écoulait avec force en direction de l'aval dans le chenal sud.

Et enfin, les relevés effectués montrent que la plus grande proportion de l'écoulement du Chobe, qui vient de l'amont de l'île, transite par le chenal principal au sud de l'île.

**[Fin de la présentation du film vidéo]**

0 1 7 M. CHAYES : Monsieur le président, je vous prie de bien vouloir donner la parole à M. Alexander.

Le PRESIDENT : Je vous remercie. Monsieur Alexander, je vous en prie.

M. ALEXANDER : Merci, Monsieur le président, Madame et Messieurs de la Cour.

**5. L'IDENTIFICATION DU CHENAL PRINCIPAL DU FLEUVE CHOBE À L'ÎLE DE KASIKILI**

**1. Titre**

1. Monsieur le président, Madame et Messieurs de la Cour,

1.2. Mon nom est Will Alexander et je suis professeur émérite au département de génie civil de l'Université de Pretoria (Afrique du Sud). J'ai exercé les fonctions de conseiller en matière scientifique et hydrologique auprès du Gouvernement de la République de Namibie tout au long de la préparation de la présente affaire. Je suis l'auteur des rapports scientifiques qui accompagnaient le mémoire, le contre-mémoire et la réplique de la Namibie. Je suis l'auteur du film vidéo que vous venez de voir et c'est moi qui me suis chargé du montage initial de ce matériel. Cette vidéo a ultérieurement été éditée à Londres par des professionnels qui ont ajouté le commentaire et les séquences d'animation.

1.3. Mon curriculum vitae est annexé à la réplique de la Namibie.

1.4. J'ai l'intention de démontrer qu'à la hauteur de l'île de Kasikili le chenal principal du Chobe passe au sud et non au nord de l'île.

**2. Définition du chenal principal**

2.1. On trouvera ci-après les définitions du chenal principal figurant dans les mémoires des deux pays : «Le chenal principal est le chenal qui achemine la plus grande part du débit annuel de

ce fleuve.»<sup>1</sup> (Namibie.) «Le chenal principal est le chenal qui achemine le plus grand volume d'eau.»<sup>2</sup> (Botswana.) Il n'a pas de différence significative entre ces deux définitions.

### 3. Identification du chenal principal

3.1. Dans le cadre de cet exposé, je démontre que le chenal principal à la hauteur de l'île de Kasikili passe au sud et non au nord de l'île. Cette conclusion repose sur les quatre éléments ci-après, dont chacun constitue à lui seul une preuve suffisante. Pris ensemble, ils sont concluants.

- i) Etudes de photographies aériennes. Les caractéristiques et la position du chenal principal du Chobe peuvent être distinguées clairement sur toutes les photographies aériennes de l'île.
- ii) Considérations théoriques. On trouve de nombreux arguments théoriques en faveur de cette conclusion dans des publications scientifiques, ainsi que dans les études de laboratoire auxquelles j'ai participé.
- iii) On trouve des indications attestant un déplacement des eaux et des sédiments dans le chenal sud, mais non dans le chenal nord.
- iv) Les mesures de débit confirment qu'à la hauteur de l'île de Kasikili le gros du débit du Chobe passe au sud de l'île et non au nord.

### 4. Itinéraires empruntés dans la région du Caprivi oriental<sup>3</sup>

4.1. Cette figure provient de mon second rapport complémentaire. Elle montre les trajets que j'ai effectués dans la région du Caprivi oriental.

4.2. Le Chobe est le centre d'intérêt de cette carte. La frontière, telle qu'elle est décrite dans le traité de 1890, commence à l'intersection du 18° parallèle de latitude sud avec le Chobe. Cette frontière suit le cours du Chobe jusqu'au confluent de celui-ci et du Zambèze. Je vous le montre maintenant. Elle commence ici, descend, remonte vers le Liambezi, l'arête du Chobe et le confluent.

---

<sup>1</sup>Mémoire de la Namibie, vol. VI, première partie, par. 2.8.

<sup>2</sup>Contre-mémoire du Botswana, par. 385.

<sup>3</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, figure 1.

0 1 9

4.3. Le Zambèze est le quatrième fleuve d'Afrique. Il pénètre dans la bande de Caprivi à Katima Mulilo et traverse sa propre plaine d'inondation jusqu'au confluent avec le Chobe, d'où il continue jusqu'à l'océan Indien. Vous le voyez ici, à Katima Mulilo puis il descend par là en direction du confluent.

4.4. J'ai sillonné la région délimitée par les deux fleuves à bord de véhicules 4 x 4 et en hélicoptère. Je me suis aussi déplacé en bateau sur les parties navigables des deux fleuves. J'ai une connaissance approfondie des caractéristiques hydrologiques des fleuves et cours d'eau de la région. J'ai également d'abondantes archives photographiques et vidéo de l'ensemble de la région.

## 5. Mosaïque de photographies aériennes de juin 1997<sup>4</sup>

5.1. Voici la partie occidentale d'une mosaïque de photographies aériennes provenant du contre-mémoire du Botswana. Sur cette photographie, la direction du courant est de gauche à droite. L'île de Kasikili est cette figure que vous voyez au centre de la photographie.

5.2. Il y a trois chenaux qui nous intéressent au voisinage de l'île. Le chenal en épi dont les eaux coulent de gauche à droite en haut de l'illustration est ici. Bien qu'il apparaisse comme le plus large des trois chenaux son entrée est bloquée par des sédiments (en haut à gauche), et il n'est plus praticable. Il est obstrué par des sédiments, ici.

5.3. Le chenal nord est le chenal que vous voyez au milieu de la photographie. Comme je l'ai expliqué dans mes rapports, l'entrée de ce chenal, en haut à gauche, est en train d'être obstruée par des sédiments.

5.4. Le chenal nord est plus étroit que le chenal en épi. Les résultats du levé conjoint auxquels ont procédé des géomètres d'Afrique du Sud et du Botswana en 1985 montrent que le chenal en épi est aussi plus profond que le chenal nord. Bien que le chenal en épi soit plus large et plus profond que le chenal nord, il n'est plus opérationnel. Il en découle que *ni la largeur ni la profondeur du chenal* ne peuvent être utilisées comme critères pour déterminer le chenal par lequel s'écoule la majeure partie des eaux du Chobe à la hauteur de l'île de Kasikili.

0 2 0

---

<sup>4</sup>Appendice au contre-mémoire du Botswana, section occidentale de la photographie 11.

5.5. Le troisième chenal se trouve au sud de l'île. On voit immédiatement que ses caractéristiques sont fondamentalement différentes de celles des deux autres. Au cours de cet exposé, je montrerai que le chenal sud est un *thalweg* typique compris à l'intérieur du chenal principal, plus large.

5.6. Une autre caractéristique intéressante du chenal sud est le bief rectiligne que vous pouvez voir là. Comme je le montre dans mes rapports, il s'agit d'une tranchée profonde et étroite formée par une rupture de l'écorce terrestre. Elle s'étend sur une ligne droite jusqu'aux rapides de Mambova à l'est sur cette photographie.

5.7. La rive *droite* du Chobe coule au pied de l'arête du Chobe et forme une ligne ininterrompue de gauche à droite en bas de cette photographie — voici la rive droite du Chobe.

5.8. La rive *gauche* du Chobe commence en haut à droite de la photographie. Elle suit la rive gauche d'un large chenal — elle arrive ici. Elle coupe la zone de bifurcation et suit cette caractéristique que l'on distingue aisément à travers l'île jusqu'au chenal sud.

5.9. On voit plusieurs barres de sédiments dans le Chobe dans la moitié gauche de la photographie en amont de l'île de Kasikili. Elles sont alignées parallèlement à la direction du courant. Particulièrement remarquables sont les quatre barres du chenal principal. Elles sont formées lorsqu'elles sont submergées par les eaux qui coulent parallèlement à elles.

5.10. Il n'y a aucune caractéristique physique de ce type le long ou à l'intérieur du chenal nord.

5.11. Je vais maintenant montrer les caractéristiques présentes tout au long du chenal sud. Il y a un écho, Monsieur le président; cela vous dérange-t-il ?

Le PRESIDENT : Je vous entends très bien.

0 2 1

M. ALEXANDER : Il n'y a aucune caractéristique de ce type le long ou à l'intérieur du chenal nord. Je vais maintenant montrer que les caractéristiques physiques que l'on trouve dans cette partie du chenal sud sont de celles que l'on associe généralement à un *thalweg* compris dans un chenal principal plus large.

## **6. Le Chobe au pont de Ngoma<sup>5</sup>**

6.1. Cette figure est extraite de mon second rapport complémentaire. La vue panoramique qui figure dans la partie supérieure a été prise en septembre 1995 alors qu'il n'y avait pas de débit dans le Chobe à cet endroit. J'ai indiqué que le plan d'eau qui figure au premier plan faisait partie du chenal sinueux formant le thalweg. J'ai aussi indiqué que ce thalweg était recouvert par le chenal principal du Chobe, dont les rives sont indiquées par les limites de zones arborées que l'on voit sur les bords de la photographie — une rangée d'arbres sur la droite et une rangée d'arbres sur la gauche.

6.2. Cette interprétation a été confirmée par cette photographie, prise en avril 1998, alors que le Chobe était alimenté, et qui montre que la surface des eaux s'étend entre les deux mêmes limites de zones arborées — de gauche à droite. Il ne s'agit pas de la plaine d'inondation du Chobe. Il s'agit du chenal par lequel s'écoulent les eaux du Chobe.

## **7. La rivière Mfolosi<sup>6</sup>**

7.1. Cette photographie du Mfolosi en Afrique du Sud est extraite de mon rapport principal. Elle illustre les caractéristiques physiques d'un chenal sinueux du thalweg compris dans le chenal principal du cours d'eau. Durant la saison de basses eaux, l'écoulement réduit doit suivre un chemin sinueux dans le lit de la rivière. Ceci parce que le courant n'est pas suffisamment fort pour suivre une ligne droite. Par contre, lorsque les eaux sont hautes, l'écoulement est beaucoup plus large et le courant suffisant pour que ce dernier suive une ligne plus rectiligne et occupe toute la largeur du lit de la rivière. Lorsque le débit diminue, l'écoulement retourne dans le thalweg. Le thalweg et le chenal principal qui le recouvre sont clairement identifiés sur cette photographie, le chenal sinueux du thalweg et le chenal principal plus large qui le coupe et le recouvre.

---

<sup>5</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, fig. 9.

<sup>6</sup>Mémoire de la Namibie, vol. VI, partie 1, app., feuillet 3, photographie de la rivière Mfolosi.

## 8. Diagramme de Schumm<sup>7</sup>

8.1. J'ai reproduit dans mon rapport principal ce diagramme qui est extrait d'une publication de Schumm et autres, parue en 1987. Je l'ai examiné de nouveau en détail dans mon second rapport complémentaire. Une caractéristique identifiée comme étant un thalweg figure en haut du diagramme; voici le chenal du *thalweg*. La ligne de vitesse maximum se trouve à l'intérieur du *thalweg*. C'est cette ligne en pointillés que vous voyez ici. Le thalweg est sinueux et est compris dans le chenal principal, plus rectiligne, que vous voyez ici.

8.2. Au paragraphe 11 de l'appendice 4 du contre-mémoire du Botswana, on peut lire ce qui suit : «Il n'y a pas d'entité géomorphologique pouvant être identifiée comme un «thalweg» et Schumm et autres (1987) *n'essaient pas d'en définir une.*»

8.3. Cette affirmation est manifestement contraire à la réalité puisque voici la définition du thalweg que donne Schumm.

8.4. Je tiens à souligner le caractère sinueux du chenal du thalweg à l'intérieur du chenal plus rectiligne entre les rives duquel il s'écoule. Les zones grisées sur ce diagrammes sont les zones de dépôt sédimentaire actif. On peut le voir sur la photographie suivante.

## 9. Etudes de laboratoire<sup>8</sup>

9.1. Il s'agit d'un agrandissement d'une photographie figurant dans mon second rapport complémentaire. J'avais emporté cette photographie au laboratoire de l'université d'Etat du Colorado en 1971 lorsque j'y ai suivi un cours d'hydraulique. On peut y voir le chenal du thalweg sinueux ainsi que quatre barres sédimentaires situées dans la zone de dépôt d'alluvions d'un chenal plus large. Ces quatre barres sédimentaires sont particulièrement intéressantes, le thalweg se trouvant ici et le chenal principal étant ce chenal plus large.

9.2. La photographie du Mfolosi, le diagramme de Schumm et ces études de laboratoire constituent une confirmation théorique de la thèse selon laquelle le bras ouest du chenal sud est un thalweg à l'intérieur du chenal principal du Chobe qui le recouvre.

---

<sup>7</sup>Mémoire de la Namibie, vol. VI, première partie, app., diagramme 3.

<sup>8</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, agrandissement d'une partie de la photographie 61.

## **10. Photographies aériennes (1)<sup>9</sup>**

10.1. Cette série de quatre agrandissements de la zone de bifurcation de l'île de Kasikili est extraite de mon second rapport complémentaire. On peut y voir la formation progressive des quatre barres sédimentaires sur une période de quarante ans. Si l'on commence en bas à droite, en 1981, on voit de nouveau quatre barres sédimentaires s'étendant à l'intérieur du chenal plus large et entre les limites du thalweg. Les barres sédimentaires que vous voyez là, si vous regardez sur la photo de 1943, vous constaterez qu'elles n'y sont pas, qu'elles commencent à apparaître en 1963, qu'elles augmentent en 1972 pour être pleinement formées en 1981. Ainsi ces barres sédimentaires se sont formées sur une période de quarante ans. Toutes ces photographies aériennes montrent les deux berges du chenal principal du Chobe à hauteur de l'île de Kasikili. Ces deux berges sont indiquées par des flèches rouges sur les photographies.

## **11. Photographies aériennes (2)**

11.1. Voici les trois dernières photographies aériennes tirées de la même figure de mon second rapport complémentaire. La photographie de 1985 a été prise alors qu'il n'y avait d'écoulement dans aucun des chenaux. La photographie de 1997 a été prise alors que le débit diminuait après avoir atteint un maximum. La photographie de 1998 a été prise alors que le débit du Chobe approchait de son maximum. L'élargissement progressif de l'entrée du chenal principal avec l'accroissement du volume des eaux de la rivière est évident sur ces photographies. Sur la photographie de 1998, vous pouvez voir le chenal principal du Chobe dans toute sa largeur.

## **12. Erosion des berges et dépôt de sédiments<sup>10</sup>**

12.1. Ce diagramme est extrait de mon rapport principal. Il décrit la morphologie caractéristique d'un cours d'eau dans une plaine alluviale. Dans mon rapport principal, j'ai présenté des photographies illustrant les phénomènes d'érosion des berges et de dépôt de sédiments. Le seul diagramme auquel je vais me référer maintenant est celui du bas. Les caractéristiques en question

---

<sup>9</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, document provenant de la figure 22.

<sup>10</sup>Mémoire de la Namibie, vol. VI, première partie, diagramme 1.

0 2 4

sont mises en évidence sur ce diagramme. Il s'agit de la dernière érosion et des derniers dépôts, progressifs. Dans mes rapports, j'ai montré qu'il n'y avait dans le chenal nord aucune indication attestant des phénomènes d'érosion et de dépôt de ce type. Ceci montre l'absence de débit appréciable et de sédimentation dans le chenal nord.

### 13. Graphique du débit du Zambèze<sup>11</sup>

13.1. Ce graphique est extrait de mon second rapport complémentaire. Il montre le débit quotidien moyen du Zambèze à Katima Mulilo durant la période allant du 21 février au 1<sup>er</sup> juin 1998.

13.2. Le ministère namibien des affaires des eaux m'a informé de l'augmentation rapide du débit des eaux du fleuve durant la seconde moitié du mois de février. C'est là qu'elle se produit. Des dispositions ont été prises pour me permettre de me rendre sur le site du 2 au 6 mars, au début des crues saisonnières du Zambèze. Durant ma visite, nous avons inspecté les limnigraphes et les stations de jaugeage. Nous avons installé de nouvelles échelles limnimétriques et de nouveaux limnigraphes. Nous avons donc un bon réseau hydrologique en place pour mesurer les niveaux de l'eau et les débits durant la saison qui s'annonçait.

13.3. Ces activités ont été montrées en vidéo et je n'ai pas besoin de les rappeler ici.

13.4. Le ministère namibien des affaires hydrauliques demeurait en contact avec des hydrologistes en Zambie, c'est-à-dire en amont, qui observaient le débit du Zambèze bien en amont de Katima Mulilo. A l'aide des informations qu'ils nous ont fournies, nous avons pu prédire que le Zambèze atteindrait son débit de pointe à Katila Mulilo au début du mois d'avril. C'est pourquoi des dispositions ont été prises pour que des hydrologistes namibiens m'accompagnent pour mesurer le débit du Chobe du 9 au 13 avril, la période anticipée de débit de pointe, et de nouveau du 29 avril au 3 mai, lorsque le niveau des eaux du fleuve diminuerait. Des dispositions ont aussi été prises pour que des photographies aériennes du Chobe soient prises à la hauteur de l'île de Kasikili durant la période de débit de pointe.

---

<sup>11</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, figure 7a.

13.5. Le Botswana a été informé par la voie diplomatique des descentes sur les lieux que nous projetions.

0 2 5 **14. Vue aérienne de l'île : points présentant un intérêt<sup>12</sup>**

14.1. Cette photographie aérienne est tirée de mon second rapport complémentaire. Elle a été prise alors que le débit du Chobe à hauteur de l'île de Kasikili était à son maximum. Toutefois, trois semaines auparavant, le 3 mars, nous avons achevé l'installation du matériel d'enregistrement du niveau de l'eau. Nous avons ensuite effectué un tour de l'île en bateau qui a été enregistré sur la vidéo que vous avez déjà vue et qui est illustré par cinq photographies dans mon second rapport complémentaire.

14.2. Le point A est situé sur Kasika où nous avons établi notre base d'opérations.

14.3. Nous avons utilisé le test au marqueur coloré à l'endroit où se trouve l'arbre isolé dans le chenal nord, au point C. Ce test a montré qu'il y avait un faible mouvement d'eau *vers l'amont* dans le chenal nord le 3 mars.

14.4. Ce mouvement d'eau vers l'amont s'explique par l'afflux d'eaux du Zambèze dans le chenal nord dans ce secteur G, juste en aval de Kasika. Il y a eu un déversement d'eau dans le chenal nord dans ce secteur. Ce déversement a causé l'inversion annuelle du courant dans le bas Chobe. Cette inversion annuelle du courant est bien connue de tous les hydrologistes qui ont travaillé dans la région.

14.5. Plus haut dans le chenal nord, nous nous sommes trouvés nez à nez avec un hippopotame sur la berge de la rivière, au point D. C'est pourquoi vous avez vu cet hippopotame. La raison pour laquelle cela nous a intéressés est qu'aux paragraphes 310 à 312 de son contre-mémoire, le Botswana présente des déclarations sous serment selon lesquelles il n'y aurait pas d'hippopotames dans le chenal nord. Le Botswana déclare ensuite que cela indique que ce chenal est plus profond que le chenal sud, et donc que c'est le chenal principal.

---

<sup>12</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, fig. 8.

14.6. Nous n'avons vu aucune activité hydrologique à laquelle se seraient livrés des hydrologistes du Botswana durant cette période. Je m'arrêterai sur les mesures qu'ils ont effectuées un peu plus tard.

0 2 6

14.7. Notre seconde visite a eu lieu entre le 9 et le 13 avril, lorsque le débit du Zambèze à Katima Mulilo et celui du Chobe à hauteur de l'île de Kasikili étaient à leur maximum. Comme je vais le montrer à l'aide de photographies, il y avait un très fort courant *d'aval* dans le chenal sud au point E. Nous avons vu ce très fort courant dans le film vidéo. Il y avait beaucoup moins de courant dans le chenal nord, ici. C'est ce qu'a montré la vidéo et c'est ce que montrent aussi les photographies que vous verrez plus tard.

14.8. Durant cette seconde visite, une fusée traçante a été tirée sur notre hélicoptère par les forces de défense botswanaises alors que nous survolions les marais du Linyanti.

14.9. Durant cette visite, alors que nous effectuions des mesures sur les sites B2 et B3 au Botswana, nous avons été approchés par des patrouilleurs des forces de défense botswanaises avec des soldats armés à leur bord. Au site B3, un patrouilleur armé est resté à 50 mètres de nous pendant plus de dix minutes. Je suis persuadé que toutes ces actions de harcèlement visaient à nous dissuader d'effectuer des mesures aux sites botswanais où le courant dans le chenal sud est fort. Je n'étais pas prêt à mettre en péril la vie des membres de l'équipe, quelque faible que fut le risque. J'ai donc décidé de renoncer à poursuivre les activités. Ceci est extrêmement regrettable car nous avons été empêchés d'effectuer des mesures au moment où le débit du Chobe à hauteur de l'île de Kasikili était à son maximum.

## 15. Débit dans le chenal sud<sup>13</sup>

15.1. Cette photographie est extraite de mon second rapport complémentaire. Elle a été prise le 10 avril 1998 à l'entrée du chenal principal en regardant vers l'amont. Ce chenal était maintenant beaucoup plus large que trois semaines auparavant. Cette photographie montre la largeur du chenal

---

<sup>13</sup>République de la Namibie, vol. II, photographie 34.

principal ainsi que la grande vélocité des eaux qui y coulent. *Cet écoulement dans le chenal principal du Chobe, tel qu'identifié dans mes rapports, avait toutes les caractéristiques d'un cours d'eau à fort courant.*

#### **16. Ecoulement hors du chenal nord<sup>14</sup>**

0 2 7  
16.1. Cette photographie est extraite de mon second rapport complémentaire et a aussi été prise le 10 avril 1998, alors que le courant dans le chenal nord était beaucoup plus faible que dans le chenal sud. Elle montre les eaux du chenal nord se déversant dans le chenal principal du Chobe. Ces eaux se dirigent ensuite vers le pied de l'arête de Chobe, que vous voyez au loin. En raison des actions de harcèlement mentionnées précédemment, nous avons renoncé à effectuer d'autres mesures et sommes rentrés à Windhoek.

#### **17. Photographie aérienne<sup>15</sup>**

17.1 Cette photographie aérienne est tirée de mon second rapport complémentaire. Nous sommes retournés à l'île de Kasikili le 30 avril, deux semaines après que cette photographie eut été prise. Nous y sommes restés jusqu'au 2 mai. Le débit dans les deux chenaux était sensiblement *plus faible* qu'il ne l'était durant notre visite précédente, trois semaines auparavant. Nous avons effectué des mesures de débit à quatre sites — deux dans chacun des deux chenaux.

17.2. Les deux principaux sites de mesure étaient le site N1 dans le chenal nord, juste en amont du confluent de ce chenal avec le chenal en épi, et au site N2, en amont du confluent du chenal nord et du chenal sud. Ces deux sites ont chacun une berge ferme sur laquelle on pouvait installer le géodimètre (sur Kasika dans le cas du site N1). Les chenaux étaient clairement définis à ces sites. Les écoulements des deux chenaux s'y rejoignent, ce qui signifie qu'en ces endroits l'écoulement comprend toutes les eaux qui entrent vers l'amont.

---

<sup>14</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, photographie 32.

<sup>15</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, fig. 8.

17.3. Les afflux d'eau aux points F et G sur l'illustration viennent directement des débordements du Zambèze que l'on ne voit pas en haut de la photographie. En d'autres termes, c'est de l'eau qui vient par ici, à cet endroit. Ces eaux ne proviennent pas du Chobe, qui coule à partir de la gauche de la photographie. C'est le Chobe que l'on voit venir de la gauche.

17.4. Les débits mesurés aux quatre sites de jaugeage sont indiqués sur cette photographie. Au site B1 (Botswana), le débit était de  $153 \text{ m}^3/\text{s}$ , et au site N1 (Namibie) de  $188 \text{ m}^3/\text{s}$ . La raison de cet accroissement du débit entre les sites B1 et N1 est l'afflux d'eau provenant du Chobe par ce tronçon du chenal en épi — cet afflux provient du Chobe en partant d'ici et en arrivant là. Il s'écoule dans le chenal nord entre les sites B1 et N1. Une partie de ces eaux s'écoule directement à travers les deux berges du chenal nord. Elle traverse ensuite l'île pour aboutir dans le chenal sud. J'ai accordé une attention particulière à cet écoulement durant mes inspections.

028

17.5. Le débit mesuré au site B2 (Botswana) était de  $178 \text{ m}^3/\text{s}$ . Il s'agit d'un très mauvais site, en premier lieu parce que les berges du chenal sont totalement submergées. Vous pouvez voir les roseaux mais les berges elles-mêmes sont complètement submergées. Plus important, le débit à ce site ne représente qu'une fraction du débit total dans le chenal principal. Vous remarquez qu'il ne s'agit ici que d'une petite partie du chenal principal. D'un côté comme de l'autre, le débit dans le chenal principal est considérable.

17.6. Au site N2, situé dans le chenal sud près du confluent, le débit mesuré était de  $247 \text{ m}^3/\text{s}$ . C'est un bon site avec une berge ferme située au pied de l'arête du Chobe. Le débit dans le chenal sud était donc de 31 % plus élevé que dans le chenal nord.

## **18. Conclusions fondées sur les observations et les mesures de la Namibie**

18.1. Ma conclusion, fondée sur les observations et les mesures que j'ai décrites, est que le gros des eaux du Chobe passe au sud de l'île de Kasikili et non au nord de celle-ci. Cette conclusion se fonde sur les considérations suivantes :

- i) l'emplacement du chenal principal est clairement visible sur toutes les photographies aériennes;
- ii) le diagramme de Schumm ainsi que les études de laboratoire constituent des arguments théoriques solides en faveur de cette conclusion;

- iii) il y a des indications de déplacement d'eau et de sédiments dans le chenal sud mais non dans le chenal nord;
- iv) les mesures de débit confirment elles aussi qu'à la hauteur de l'île de Kasikili le gros des eaux du Chobe passe au sud et non au nord de l'île.

## 19. Propositions du Botswana<sup>16</sup>

19.1. Les six propositions qui constituent l'argumentaire du Botswana figurent aux paragraphes 327 à 334 du contre-mémoire botswanais. Ce sont les suivantes :

- i) le Chobe est la caractéristique géographique retenue à l'article III de l'accord de 1890;
- ii) le Chobe est un cours d'eau *indépendant du Zambèze*;
- iii) le Chobe a un profil stable en tant que cours d'eau *permanent* parvenu à son plein développement;
- iv) le Chobe est un cours d'eau permanent doté de *berges visibles et stables*;
- v) il n'y a pas de zones de sédimentation dans le chenal nord;
- vi) le Chobe est un cours d'eau à *écoulement continu*.

19.2. Il n'y a pas de désaccord sur la proposition i). La proposition v) correspond aux faits, mais il n'y a pas d'accord sur les conclusions qui en sont tirées. Non seulement mes rapports, mais aussi le film vidéo, montrent que les quatre autres propositions sont sans fondement. Je vais maintenant commenter brièvement chacune de ces quatre propositions contestées.

## 20. Image spatiale<sup>17</sup>

20.1. La proposition ii) du Botswana est ainsi libellée : «Le Chobe est un cours d'eau *indépendant du Zambèze*.»

20.2. Cette image prise par satellite est extraite des appendices de mon rapport principal. On y voit le Zambèze qui coule de gauche à droite, en haut de la photographie. Le Chobe coule de gauche à droite au bas de la photographie. Le film vidéo a montré, et les observations que j'ai

---

<sup>16</sup>Contre-mémoire du Botswana, par. 327-334.

<sup>17</sup>Mémoire de la Namibie, vol. IV, première partie, app., diagramme 7d.

faites durant mes visites en 1998 ont confirmé, que *toutes* les eaux du Chobe à la hauteur de l'île de Kasikili — l'île de Kasikili est ici — provenaient de crues du Zambèze. Il n'y avait aucune écoulement en provenance du haut Chobe ni d'affluents locaux. Ceci va à l'encontre de l'argument du Botswana selon lequel le Chobe est indépendant du Zambèze.

0 3 0 20.3. Mon principal rapport contient une série d'images spatiales qui montrent l'écoulement des eaux qui traversent la plaine d'inondation du Zambèze pour se déverser dans le Chobe. On appelle ces images des «images en fausses couleurs», le rouge indiquant la végétation — principalement des roseaux — et donc le rouge que vous voyez représente principalement des roseaux à la surface de l'eau. Les zones noires indiquent la surface de l'eau. Au paragraphe 10.1 de mon rapport principal, j'évoque cette image et écris ce qui suit : «L'écoulement du Zambèze continue à augmenter jusqu'à ce qu'il déborde ... alors, un large front d'eau se répand vers le sud, à travers la plaine d'inondation, en direction de l'arête du Chobe.» Comme je l'indique maintenant : ceci est un large front d'eau qui se répand vers le sud en direction du Chobe au pied de l'arête du Chobe.

20.4. La réponse du Botswana aux paragraphes 59 et 60 de l'appendice 4 de son contre-mémoire a été la suivante : «Ceci est une intervention pure et simple. On se demande si M. Alexander savait que sur les images spatiales le noir ne représente pas seulement l'eau mais aussi le sol mouillé.»

20.5. Le film vidéo a montré qu'une vaste étendue de la plaine d'inondation était recouverte d'eau provenant du Zambèze. Ces eaux coulaient à travers la plaine d'inondation en direction du Chobe. La zone noire sur cette image spatiale ne représente certainement pas un sol mouillé.

## 21. Mendelson et Roberts<sup>18</sup>

21.1. Cette illustration provient de mon second rapport complémentaire. Elle montre l'inondation progressive de la plaine d'inondation du Zambèze. Le Zambèze se trouve en haut des illustrations et le Chobe au bas de chacune d'entre elles.

---

<sup>18</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, figure 5.

21.2. Lors de ses crues annuelles, le Zambèze commence habituellement à déborder en février, et vers la mi-mars la plus grande partie de la plaine d'inondation est sous l'eau — comme nous le voyons ici. Ces eaux de débordement traversent la plaine d'inondation en direction du Chobe comme vous le voyez au bas des illustrations — et se déversent, comme vous le voyez sur celle-ci, dans le Chobe. A la mi-mai, la décrue commence. En juillet, la plus grande partie des eaux qui se trouvaient dans la plaine d'inondation ont atteint le Chobe et le débit de ce cours d'eau commence à diminuer. Il s'agit là d'un cycle annuel.

## **22. Photographie d'un hélicoptère dans le chenal du cours d'eau<sup>19</sup>**

22.1. La proposition iii) du Botswana est ainsi libellée : «Le Chobe a un profil stable en tant que cours d'eau permanent parvenu à son plein développement.»

0 3 1

22.2. Cette photographie d'un hélicoptère posé sur le lit du Chobe est extraite de mon second rapport complémentaire. On a aussi vu cet hélicoptère dans le film vidéo.

22.3. Un cours d'eau pérenne est un cours d'eau qui coule toute l'année, chaque année. On a vu dans le film vidéo, et on voit sur les photographies qui figurent dans mes rapports, que pas une goutte d'eau n'est passée d'amont en aval à la hauteur de l'île de Kasikili depuis quinze ans. Les documents joints à mon rapport complémentaire<sup>20</sup> montrent que les hydrologistes du Botswana le savaient parfaitement. De longs tronçons du Chobe demeurent complètement à sec pendant de nombreuses années consécutives. Mes rapports contiennent de nombreuses photographies qui le confirment.

22.4. Il est certain que le Chobe n'est pas un cours d'eau permanent.

## **23. Photographie du Chobe près de Mabele<sup>21</sup>**

23.1. La proposition iv) du Botswana est ainsi libellée : «Le Chobe est un cours d'eau permanent *doté de berges visibles et stables.*»

---

<sup>19</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, photographie 13.

<sup>20</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, app. 2.

<sup>21</sup>Mémoire de la Namibie, vol. VI, première partie, appendices, feuillet 13.

23.2. Cette photographie est extraite des appendices de mon rapport principal. Elle montre le cours du Chobe en amont du pont de Ngoma. La limite de zone arborée que l'on voit au loin indique le bord extérieur du chenal, les arbres que l'on voit à une certaine distance constituent la limite extérieure du chenal — la photographie a été prise depuis l'autre berge du chenal. Il n'y a pas de berges visibles et stables sur cette photographie.

23.3. Comme je viens de le montrer, le Chobe n'est pas un cours d'eau permanent. Les illustrations figurant dans mes rapports montrent que, sur de longs tronçons, le Chobe n'a pas de berges visibles et que l'emplacement des berges doit être déduit par d'autres moyens.

23.4. Voici un extrait du rapport de l'expédition du Kalahari de 1945, cité au paragraphe 2.9 de mon second rapport complémentaire : «En fait, durant la saison sèche, dans ce secteur, un marchand de la région traverse le Linyanti en automobile jusqu'à Katima Mulilo, sur le Zambèze, sans rencontrer un plan d'eau» — comme on le voit sur cette photographie. Le fait que le Chobe n'est pas pérenne est connu depuis plus d'un demi-siècle.

0 3 2

#### **24. Le lac Liambezi à sec<sup>22</sup>**

24.1. Cette photographie est extraite de mon second rapport complémentaire. Elle montre un membre de l'équipe juridique namibienne marchant sur le lit à sec du lac Liambezi. On peut lire, dans l'appendice botswanais au rapport hydrologique conjoint namibio-botswanais de 1992<sup>23</sup> (par. 3.1) : «Toute la superficie du lac Liambezi était à sec au moment de la visite et il aurait été très facile d'aller directement au Botswana à pied ou en automobile» — comme le montre cette photographie.

24.2. Les hydrologistes botswanais savent donc parfaitement que le Chobe n'est pas un cours d'eau permanent.

---

<sup>22</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, photographie 15.

<sup>23</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, app. 2.

## **25. Photographie d'un plan d'eau dans un coude du fleuve<sup>24</sup>**

25.1. La proposition vi) du Botswana se lit comme suit : «Le Chobe est un cours d'eau à écoulement continu.»

25.2. Cette photographie provient des appendices de mon rapport principal. Elle a été prise sur le Chobe en amont de Serondela. Elle montre les caractéristiques spécifiques d'un cours d'eau saisonnier en Afrique australe. Après le passage du flux annuel, le cours d'eau s'assèche jusqu'à ce que seul subsiste des flaques d'eau dans les coudes du fleuve. Peu après ces flaques s'assèchent également et laissent un lit complètement à sec — nous voyons ici que ces flaques sont en train de s'assécher.

25.3. Lors de toutes mes visites au Caprivi oriental au cours des trente-deux dernières années, je n'ai jamais vu un flux continu sur toute la longueur du cours d'eau là où il forme une frontière commune.

25.4. Cette photographie n'est qu'un exemple parmi plusieurs, qui figurent dans mes rapports et qui démontrent que le Chobe n'est *pas* un cours d'eau à écoulement continu.

25.5. Les quatre propositions contestées du Botswana sont toutes invalides. Ma conclusion se fonde non seulement sur les observations que j'ai pu faire personnellement au cours d'une période de trente-deux ans mais aussi sur les rapports hydrologiques qui ont été publiés comme le rapport de l'expédition au Kalahari de 1945. Ma conclusion repose aussi sur le rapport hydrologique conjoint qui a été signé par les deux Parties en 1992. Des extraits de ces documents sont reproduits à la section 4 de mon second rapport complémentaire.

## **26. Mosaïque allant de l'île de Kasikili aux rapides de Mambova<sup>25</sup>**

26.1. Il s'agit de la partie ouest d'une mosaïque de photographies aériennes reproduites à l'annexe du contre-mémoire du Botswana. Sur cette photographie, la direction du courant est de gauche à droite. L'île de Kasikili est ici, au centre de la mosaïque.

---

<sup>24</sup>Mémoire de la Namibie, vol. VI, première partie, appendices, feuillet 10.

<sup>25</sup>Contre-mémoire du Botswana, annexe, partie ouest de la photographie 11.

26.2. Le Botswana tente de montrer, en invoquant des raisons théoriques douteuses et des graphiques fallacieux, que davantage d'eau s'écoule par le chenal nord que par le chenal sud<sup>26</sup>. Néanmoins, le fait est que les rapides de Mambova contrôlent l'écoulement des eaux dans les deux chenaux. Sur cette photographie, les rapides ressemblent à un bouchon placé sur le cours d'eau, ce qu'ils constituent dans les faits. Voici le Chobe le long de la faille et voici les rapides de Mambova qui ressemblent à un bouchon placé sur le cours d'eau. Le niveau de l'eau dans les chenaux allant à hauteur de l'île de Kasikili ne peuvent tomber en-dessous du niveau de ces rapides. En aucune manière les niveaux de l'eau en amont ne peuvent tomber en-dessous du niveau des rapides.

26.3. Les rapides exercent également ce qu'on appelle un contrôle en aval. Ceci signifie que le niveau des rapides *contrôle* le débit des eaux qui passent dans les chenaux du Chobe que l'on voit sur cette photographie. Des calculs hydrauliques qui ignorent ce fait sont sans valeur. Ceci est décrit en détail dans mon second rapport complémentaire<sup>27</sup>.

26.4. Le contre-mémoire du Botswana contient plusieurs déclarations incompréhensibles, dont la suivante : «Dès lors, le retour d'eau formera un circuit autour de l'île.»<sup>28</sup> Ceci est impossible car contraire aux lois de la physique. Même un malstrom ne peut faire un circuit autour d'un objet.

0 3 4

26.5. La déclaration ci-après est fausse comme le montre cette photographie de 1997 : «Même là où il est le plus large, le chenal sud ne dépasse jamais la largeur du chenal nord — comme on peut le voir sur la photographie de 1997.»<sup>29</sup> Nous voyons ici des parties du chenal sud qui sont de fait plus larges que le chenal nord.

26.6. La proposition suivante est également fausse : «L'eau peut s'écouler du Chobe dans le Zambèze durant les inondations dans l'un ou l'autre fleuve; les cours d'eau échangent des eaux via les chenaux transversaux.»<sup>30</sup> Je vous montre maintenant les chenaux transversaux. Il est impossible

---

<sup>26</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, section 9.

<sup>27</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, section 10.

<sup>28</sup>Contre-mémoire du Botswana, app. 2, par. 63.

<sup>29</sup>Contre-mémoire du Botswana, par. 395.

<sup>30</sup>Contre-mémoire du Botswana, par. 295.

pour l'eau de s'écouler du Chobe dans le Zambèze parce que dans ce dernier fleuve le niveau de l'eau est toujours plus élevé que dans le Chobe. Et aucun document n'indique que cela se soit jamais produit.

26.7. Au paragraphe 2 de mon rapport complémentaire, j'explique la raison de cette absence d'écoulement vers l'aval dans le chenal nord dans certaines circonstances :

«(L'afflux d'eau provenant du Zambèze) ... provoque une élévation du niveau de l'eau dans le chenal nord à ce point [je vous le montre maintenant : un afflux d'eau à ce point du chenal nord provoque une élévation du niveau de l'eau dans le chenal nord ici] et empêche ainsi les eaux du Chobe de s'écouler par le chenal nord.»

C'est ce que j'ai déclaré. Ainsi, ce qui se passe est que le flux, ici, fait monter le niveau de l'eau, nécessairement, et si le niveau de l'eau, ici, est plus élevé que le niveau de l'eau dans le Chobe, que vous voyez ici, alors l'eau se déplace dans cette direction. Lorsque le niveau de l'eau dans le Chobe, ici, est plus élevé que le niveau de l'eau dans le chenal nord, l'écoulement se fera dans cette direction. C'est l'inversion annuelle du courant

26.8. Dans sa réplique, le Botswana a répondu ce qui suit :

«325. Le passage en italique est hydrologiquement aberrant.

326. Le Botswana rejette totalement l'idée qu'un cours d'eau latéral alimentant une rivière a pour effet de n'en relever le niveau qu'en amont et non en aval.»

26.9. La plus fondamentale de toutes les lois de l'hydraulique est que le sens du courant est déterminé par la pente du gradient de la surface. L'afflux dans le chenal nord près de Kasika entraîne nécessairement une élévation du niveau de l'eau au point d'afflux. Si ce niveau s'élève à la même hauteur que le niveau de l'eau du Chobe à l'entrée du chenal nord, alors l'eau ne peut couler en aval dans le chenal nord. Il s'agit là de lois hydrauliques élémentaires. Et ceci a été illustré par les tests au marqueur coloré que vous avez vu dans le film vidéo.

## 27. Niveaux d'eau à Kasane<sup>31</sup>

27.1. Cette illustration est tirée de mon second rapport complémentaire. Elle montre les fluctuations du niveau d'eau dans le Chobe à Kasane, juste en amont des rapides de Mambova, de 1983 à 1996. L'information a été fournie par le Botswana, à la demande de la Namibie.

---

<sup>31</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, illustration 14.

27.2. La ligne en tirets rouges indique le niveau d'eau minimum au cours de cette période : cette ligne rouge, au milieu du diagramme. C'est le niveau enregistré aux rapides de Mambova. *Le niveau d'eau dans les chenaux à l'île de Kasikili ne peut pas descendre en deçà du niveau indiqué par cette ligne rouge.*

27.3. La profondeur minimale des chenaux nord et sud est indiquée en bas à gauche de l'illustration : ces deux rectangles rouges, ici. A l'évidence, il n'est pas possible que l'un ou l'autre de ces chenaux s'assèche puisque la profondeur minimale de leur lit est inférieure à celle des rapides de Mambova.

## 28. Léonard de Vinci<sup>32</sup>

28.1. Les citations suivantes sont extraites de mon second rapport complémentaire. Au paragraphe 322 de la réplique du Botswana, il est dit :

«En indiquant nettement que le critère du «volume de l'écoulement» adopté par la Namibie *exclut tout élément de dimension ou de profondeur*, M. Alexander commet une grave erreur d'interprétation des principes de l'hydrologie.» (Les italiques sont de moi.)

28.2. Il y a cinq cents ans, Léonard de Vinci (1452-1519) a écrit : «Une rivière à tout point de son cours, dans un laps de temps donné, transporte une quantité égale d'eau, quelles que soient la largeur, la profondeur, la déclivité, la rugosité, la tortuosité.»

## 0 3 6 29. Domenico Guglielmini<sup>33</sup>

29.1. Au paragraphe 305 de son contre-mémoire, le Botswana a affirmé :

«Déterminer, comme le fait M. Alexander, un chenal principal par *l'absence de caractéristiques propres à l'érosion le long de ses berges* témoigne d'une mauvaise compréhension des processus des cours d'eau...» (Les italiques sont de moi.)

29.2. Il y a trois cents ans, Domenico Guglielmini (1655-1710) a écrit : «Il est certain qu'un cours d'eau s'élargit et s'approfondit proportionnellement à la violence du mouvement *qui érode et emporte la terre qui forme ses rives et son lit...*»

---

<sup>32</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, sect. 10.

<sup>33</sup>Contre-mémoire du Botswana, par. 305.

29.3. Les règles fondamentales qui gouvernent le débit dans les cours d'eau sont connues depuis des siècles et sont décrites dans tous les manuels d'hydraulique fluviale. Or, ces affirmations qui figurent dans les pièces écrites du Botswana ne tiennent aucun compte de ces lois élémentaires.

### **30. Les mesures de débit effectuées par le Botswana<sup>34</sup>**

30.1. Dans sa réplique, le Botswana résume comme suit les résultats des mesures qu'il a effectuées :

«Ces résultats exposent de façon convaincante la fausseté de l'affirmation de la Namibie, non étayée scientifiquement, selon laquelle l'écoulement est plus important dans le chenal sud. Lorsqu'on les examine de près, ces résultats réfutent la thèse namibienne et établissent les faits qui suivent.»

### **31. Les propositions du Botswana<sup>35</sup>**

31.1. Les propositions suivantes sont extraites de la réplique du Botswana :

- i) *l'eau s'écoule* dans le chenal nord en toute saison;
- ii) pendant toutes les saisons de l'année, l'eau s'écoule *vers l'aval* dans le chenal nord;
- iii) l'écoulement *est plus important* en toute saison *dans le chenal nord* que dans celui du sud.

### **32. Les autres propositions du Botswana**

32.1. Les autres propositions sont les suivantes :

- iv) la proportion d'eau passant par le chenal nord augmente de mars à mai en période de hautes eaux;
- v) rien ne tend à démontrer qu'un déversement quelconque de l'eau du chenal nord, entraîne un accroissement de l'écoulement dans le chenal sud ou une réduction de l'écoulement vers l'aval dans le chenal nord.

### **33. Le tableau 4 de l'appendice 2 de la réplique du Botswana<sup>36</sup>**

33.1. Il s'agit de la deuxième page du tableau 4 de la réplique du Botswana.

---

<sup>34</sup>Réplique du Botswana, par. 318.

<sup>35</sup>Réplique du Botswana, par. 318.

<sup>36</sup>Réplique du Botswana, appendice 2, tableau 4, deuxième page.

33.2. J'ai déjà parlé des mesures de débit effectuées par la Namibie, et j'évoquerai maintenant les mesures du Botswana. Je serai obligé d'entrer dans le détail en raison de l'importance de cette question, et parce que c'est dans sa réplique seulement que le Botswana a mentionné pour la première fois les mesures de débit.

33.3. Les dates de toutes les visites des hydrologues namibiens dans la zone ont été communiquées au Botswana. Toutefois, celui-ci n'a pas rendu la politesse à la Namibie et ce, nonobstant le fait qu'il devait pénétrer en territoire namibien pour procéder à ses mesures.

33.4. Le Botswana a discuté aux paragraphes 303 à 318 de la réplique des mesures de débit effectuées par son ministère des affaires des eaux et il en a fourni les résultats de façon détaillée dans le tableau que nous voyons ici (tableau 4 de l'appendice 2 de sa réplique).

33.5. La première proposition du Botswana est que «L'eau s'écoule dans le chenal nord en toute saison.»

33.6. Les vitesses de l'eau indiquées dans ce tableau comprennent des vitesses *moyennes* aussi basses que 0,014 m/s. Cela signifie que de nombreuses vitesses étaient même inférieures à ce chiffre. Avec la permission de la Cour, Monsieur le président. Dans ma main gauche, je tiens une règle d'un mètre et dans ma main droite un chronomètre. A la vitesse indiquée, l'eau mettrait 74 secondes pour parcourir un mètre. 74 secondes pourraient paraître peu mais, avec votre permission, j'aimerais faire une démonstration, parce que c'est très important. Je vais compter 74 secondes, c'est la vitesse de l'eau. Je commence : 5 secondes, 10 secondes, 15, 20, 30, 35 et 37 : maintenant, l'eau vient d'arriver à la moitié de cette règle.

038

33.7. Les compteurs employés actuellement par les hydrologues botswanais ne sont pas capables de mesurer les vitesses avec ce degré d'exactitude.

33.8. Je suis très au fait des activités de jaugeage de débit, car c'était l'une de mes responsabilités pendant quinze ans au sein du ministère des affaires des eaux de l'Afrique du Sud. Aucun hydrologue expérimenté n'accepterait la démonstration du Botswana, selon laquelle il y aurait un débit mesurable à cette époque, je veux parler du débit pendant la saison sèche. Même si les

mesures effectuées au cours de la saison sèche étaient exactes, elles confirment les affirmations contenues dans mon rapport selon lesquelles l'eau dans les deux chenaux était essentiellement stagnante à cette période, mais je dois souligner : même si elles étaient exactes pour la saison sèche.

33.9. La deuxième proposition du Botswana est que «Pendant toutes les saisons de l'année l'eau s'écoule vers l'aval dans le chenal nord.»

33.10. Cette affirmation démontre à quel point les erreurs contenues dans les mesures de débit du tableau 4 sont sérieuses. L'inversion du débit dans le cours inférieur du Chobe, dans lequel est située l'île de Kasikili, est bien connue de tous les hydrologues qui ont entrepris des études dans cette région. Au paragraphe 6.4. de mon rapport principal, j'ai décrit comment le lac Liambezi recevait de l'eau s'écoulant vers l'amont dans le Chobe. Mon film vidéo montre le fort débit de l'eau vers l'amont dans le Chobe, au pont Ngoma. Le film montre également le lent débit de l'eau vers l'amont dans le chenal nord.

33.11. Le film vidéo des expériences faites le 3 mars avec des marqueurs de colorants dans le chenal nord confirme qu'à cette date l'eau s'écoulait vers l'amont dans le chenal nord, alors que le tableau du Botswana indique un débit vers l'aval, comme on le voit entre ces lignes rouges parallèles. Les valeurs indiquées immédiatement au-dessus, dans ce rectangle rouge, correspondent au 3 et au 5 mars. Cette affirmation — selon laquelle le débit s'écoule vers l'aval — ne saurait être exacte et elle permet de douter de toutes les mesures reportées par le Botswana dans ce tableau. En effet, aucune de ces mesures n'indique un débit vers l'amont, aucune.

33.12. Le Botswana soutient qu'il y a un débit constant *vers l'aval* dans le chenal nord *pendant toutes les saisons de l'année*. Toutefois, il est très révélateur que le Botswana ne fournisse pas de mesures de débit pour la période critique de sept semaines au cours de laquelle le débit dans le Chobe était à son maximum. Cet intervalle correspond à la ligne horizontale bleue et, Monsieur le président, je ne sais pas si les chiffres sont lisibles de là où vous êtes, mais la valeur indiquée ici correspond au 17 mars et la prochaine correspond au 7 mai. Mais aucune interruption n'est indiquée, si ce n'est par la ligne bleue que j'ai ajoutée. Le lecteur est amené à penser qu'il n'y a pas eu de mesures pendant toute cette période. Or, sept semaines se sont écoulées entre les deux, pendant lesquelles le débit était inexistant.

33.13. Le Botswana n'indique pas davantage au lecteur d'où vient l'eau. Au cours de la saison sèche, le lit du Chobe au pont de Ngoma est totalement à sec. Aucune de mes inspections, soit dans les airs soit sur le terrain, ne m'a permis d'observer au cours de la saison sèche de l'eau pénétrant dans le Chobe en provenance d'une source quelconque, bien que j'aie spécifiquement recherché ce phénomène.

33.14. Un autre point : dans sa réplique, le Botswana indique des débits maximaux dans les deux chenaux de 132 924 m<sup>3</sup>/s pour le chenal sud et de 270 892 m<sup>3</sup>/s pour le chenal nord. Ce dernier chiffre est beaucoup trop élevé puisqu'une grande partie de l'eau quitte ensuite le chenal nord et s'écoule vers le sud dans le chenal principal.

33.15. Comme je l'ai déjà dit, au cours de la visite que nous avons effectuée du 9 au 13 avril, j'ai observé un très fort courant dans le chenal sud. C'est ce qui apparaît sur le film vidéo. Le courant dans le chenal nord était beaucoup plus faible.

#### **34. Le croquis géographique de 1985<sup>37</sup>**

34.1. La troisième proposition du Botswana est que «L'écoulement est plus important en toute saison dans le chenal nord que dans le chenal sud.»

34.2. Ce croquis — je dois souligner «croquis» parce que ce n'est rien d'autre — est tiré de la réplique du Botswana. Il est intitulé : «Emplacement des sites de jaugeage...», et ils viennent d'y recourir.

34.3. La première question qui se pose manifestement est celle de savoir pourquoi le Botswana a employé ce croquis pour identifier l'emplacement de ses deux sites de jaugeage plutôt que l'une des nombreuses cartes figurant dans ses pièces écrites ? La réponse est évidente. Le deuxième site — je le signale ici — dans le chenal nord est situé de façon inexacte. Il est beaucoup plus proche de la bifurcation. Le deuxième site est ici, et non à l'emplacement indiqué sur le croquis, comme je vais maintenant le démontrer.

---

<sup>37</sup>Réplique du Botswana, illustration 7.

### **35. La photographie montrant l'emplacement des stations de jaugeage botswanaises**

35.1. J'ai pris cette photographie le 4 mars 1998, c'est-à-dire entre les mesures effectuées par le Botswana le 3 et le 5 mars. Comme les tests faits avec les colorants l'ont établi, il y avait encore un débit vers l'amont lorsque la photographie a été prise. Voici le chenal nord, et il y avait bien un débit vers l'amont le 4 mars. J'indique l'emplacement du deuxième site de jaugeage du Botswana — ici, voici le deuxième site — au pied de la tour de guet des forces de défense botswanaises. Vous pouvez le voir : le point noir, ici, représente la tour de guet des forces de défense botswanaises. L'emplacement sur le croquis de 1985, que je viens de projeter, est ici, beaucoup plus à gauche. En d'autres termes, le site du croquis est quelque part par ici. Ceci est très important, comme je vais le montrer.

35.2. J'indique aussi la position des casernes des forces de défense botswanaises et une autre tour de guet — voici les casernes et voici la deuxième tour de guet. Ces ouvrages sont situés sur les hauteurs qui correspondent à la rive gauche du chenal principal du Chobe, qui s'étend d'ici à là — nous avons ici la rive gauche du lit principal du chenal principal du Chobe. L'emplacement du thalweg dans le chenal principal apparaît également très clairement sur cette photographie : voici le thalweg. Et je tiens à souligner que cette photographie a été prise avant que les eaux s'écoulent dans le Chobe; après, toute la région était recouverte.

35.3. Lorsque l'écoulement dans le Chobe est important à l'île de Kasikili, le point de bifurcation des deux chenaux se déplace vers l'est de ce point. Je dois souligner que c'est ici, à ce point de bifurcation lorsque l'eau s'écoule; toute l'eau ici s'écoule dans ce sens, le long du chenal principal, et toute l'eau ici s'écoule vers le chenal nord, et le point de bifurcation est ici.

35.4. Il est très important de relever que le deuxième site du Botswana se situe *au centre de l'entrée du chenal principal* — ce site, ici, est situé à l'entrée de ce chenal principal. En conséquence, une partie substantielle du débit dans le chenal nord, à cette hauteur, ne continue pas à s'écouler dans le chenal nord. Il franchit la rive du chenal nord.

0 4 1

35.5. J'indique aussi sur cette photographie l'emplacement du premier site du Botswana — c'est ce que nous appelons B2, ici. Il est clair que le débit à ce site ne représente qu'une petite fraction du débit qui s'écoule dans le chenal principal, lorsqu'il y a débit. De sorte que cette mesure ici ne représente pas le débit sur toute la largeur.

35.6. Monsieur le président, je profite de ce que cette photographie est projetée pour indiquer l'emplacement de la tour de guet des forces de défense botswanaises, ici. Lorsque j'ai souhaité prendre des photographies de la rive gauche du chenal principal, j'ai été averti par l'officier responsable de la tour de guet que je ne serais pas autorisé à prendre des photographies à proximité de la tour de guet. Une fois de plus, les forces de défense botswanaises nous ont empêchés de recueillir des informations qui revêtaient la plus haute importance pour les thèses de la Namibie. Ces photographies auraient permis de démontrer de façon concluante que ce relief était constitué par la rive gauche du chenal principal du Chobe.

### 36. Extrait du tableau 4<sup>38</sup>

36.1. La quatrième proposition du Botswana est que «La proportion d'eau passant par le chenal nord augmente de mars à mai en période de hautes eaux»

36.2. Ces informations sur l'écran sont tirées du tableau 4. Selon ce tableau, un écoulement vers l'aval a été enregistré dans le chenal nord les 3 et 5 mars 1998. Toutefois, nos observations et les tests avec colorants que nous avons effectués ont montré qu'il y avait à cette époque un écoulement perceptible *vers l'amont*.

36.3. Je voudrais faire les observations suivantes :

36.4. Il faut trois à quatre heures pour effectuer les mesures dans un site et une journée entière pour les deux sites. Nous nous trouvions à Kasika entre le 2 et le 6 mars. Au cours de cette période, nous avons fait plusieurs fois par jour le tour de l'île en bateau. On le voyait sur le film vidéo, de même que sur les cinq photographies qui figurent dans mon second rapport complémentaire. J'ai également survolé la zone en hélicoptère. Mon bureau se trouvait sur le

---

<sup>38</sup>Réplique du Botswana, app. 2, tableau 4.

balcon d'un chalet qui donnait directement sur le chenal nord. *Or, je n'ai pu constater aucune activité de jaugeage de la part des hydrologues botswanais, ni le 3 ou le 5 mars, ni un jour quelconque entre le 2 et le 6 mars.*

0 4 2

36.5. On nous dit que les débits dans le chenal sud les 3 et 5 mars 1998 étaient de 7884 et de 6793 m<sup>3</sup>/s respectivement, et que les débits dans le chenal nord étaient de 18840 et de 32797 m<sup>3</sup>/s. Ces chiffres sont très douteux pour les raisons suivantes.

36.6. Premièrement, alors que le débit dans le chenal sud *a diminué de 14%* sur une période de deux jours, le débit dans le chenal nord *a augmenté de 74%* au cours de la même période. Cela est matériellement impossible puisque les deux chenaux se rejoignent au point de bifurcation. C'est ce que confirment les hauteurs de jaugeage, qui sont identiques pour les deux chenaux. Les débits peuvent augmenter ou diminuer à des vitesses différentes, mais l'un ne saurait augmenter alors que l'autre diminue. D'ailleurs, l'analyse statistique (illustration 9 de l'appendice 3 de la réplique du Botswana) le confirme. Le Botswana soutient qu'elle démontre une excellente corrélation entre les débits enregistrés dans les deux sites. Or, ces illustrations démontrent le contraire. Soit l'analyse statistique est fautive, soit ces mesures des débits sont inexactes. Elles ne sauraient être exactes toutes les deux.

36.7. La cinquième proposition du Botswana est que «Rien ne tend à démontrer qu'un déversement quelconque de l'eau du chenal nord, entraîne un accroissement de l'écoulement dans le chenal sud ou une réduction de l'écoulement vers l'aval dans le chenal nord.»

36.8. Comme on le voit sur le film vidéo, à la fois la technique du bateau dérivant et les tests réalisés avec des colorants ont confirmé que l'eau quittait le chenal nord et entrait dans le chenal sud. Le reste est une simple question d'arithmétique. Si l'eau quitte le chenal nord et s'écoule dans le chenal sud, le débit dans le chenal nord doit diminuer et augmenter de façon correspondante dans le chenal sud.

36.9. *A mon avis, aucun hydrologue de renom n'accepterait la validité des mesures de débit détaillées dans la réplique du Botswana. Il n'accepterait pas davantage les conclusions que le Botswana en tire.*

### 37. Mosaïque de photographies de 1997<sup>39</sup>

37.1. Finalement, dans cet exposé, j'ai démontré que :

- i) la plus grande partie du débit annuel du Chobe s'écoule au sud de l'île de Kasikili et non au nord;
- ii) le chenal principal dans lequel s'écoule l'essentiel des eaux est ce chenal, borné au sud par le pied de l'arête du Chobe. La rive opposée est cette hauteur, qui apparaît clairement sur toutes les photographies aériennes;
- iii) ce chenal étroit est un thalweg, qui se situe dans le chenal principal. Cette identification est corroborée par l'analyse théorique et par les tests faits en laboratoire;
- iv) le Chobe n'est pas un fleuve pérenne;
- v) le Chobe ne présente pas, en toute saison, de débit continu vers l'aval dans le chenal nord.

37.2. Les thèses contraires du Botswana sont fondées sur des mesures très contestables. Le Botswana fournit des explications qui défient les lois fondamentales de la physique, des lois qui sont connues depuis des siècles.

### 38. Fin de l'exposé

38.1. Monsieur le président, ainsi s'achève mon exposé. Le prochain orateur est M. Keith Richards. Toutefois, mes collègues m'ont informé que la Cour pourrait souhaiter faire une pause à ce stade. Je vous remercie, Monsieur le président.

Le PRESIDENT : Je vous remercie, Monsieur Alexander. L'audience est suspendue pour quinze minutes.

*L'audience est suspendue de 11 h 25 à 11 h 40.*

---

<sup>39</sup>Contre-mémoire du Botswana, photographie 11 (ouest).

Le PRESIDENT : Veuillez vous asseoir. Je donne la parole à M. Richards.

M. RICHARDS :

**6. ETUDE HYDRO-GÉOMORPHOLOGIQUE DU CHOBE À LA HAUTEUR  
DE L'ÎLE DE KASIKILI**

**1. Préambule**

1. Monsieur le président, Madame et Messieurs de la Cour, c'est un grand honneur pour moi de me présenter devant vous pour la première fois et de le faire au nom de la Namibie dans la présente affaire. Permettez-moi d'abord de me présenter. Je m'appelle Keith Richards. Je suis professeur de géographie et je dirige actuellement le département de géographie à l'université de Cambridge. Je suis l'auteur de l'étude hydro-géomorphologique du Chobe à la hauteur de l'île de Kasikili, figurant dans le volume II de la réplique de la Namibie. Mes titres et qualités sont résumés dans le *curriculum vitae* se trouvant également dans la réplique de la Namibie. Cela fait vingt-cinq ans que j'effectue des recherches et que j'écris sur les formes et les processus des chenaux fluviaux. Je n'ai malheureusement pas pu me rendre sur le Chobe, mais j'ai interprété son évolution en partant des principes généraux et en me fondant sur les éléments d'information publiés ainsi que sur une vaste gamme de données, notamment en matière de télédétection, dont nous disposons aujourd'hui pour la rivière. J'ai aussi pu me servir de certaines des données de l'étude effectuée par M. Sefe des échantillons de sédiments prélevés sur divers sites à l'île de Kasikili, données qui ont été présentées à l'appendice 3 du contre-mémoire du Botswana.

**2. Objet**

2. Mon exposé a pour objet de retracer pour la Cour l'évolution hydro-géomorphologique du Chobe et de l'île de Kasikili. En procédant ainsi, nous disposons d'un contexte nous donnant plus de recul pour apprécier les éléments de preuve hydrologiques de notre époque présentés par M. Alexander. J'en profiterai pour examiner brièvement quelques notions générales sur les cours d'eau, plus particulièrement l'évolution des boucles de leurs méandres. Certains des concepts et des

termes utilisés ont par la force des choses un caractère technique et il se peut que la Cour ne les connaisse pas très bien. Nous avons donc, pour faciliter sa tâche, reproduit un glossaire des termes techniques à l'annexe 1 du dossier des juges avant l'onglet de couleur bleue.

045

3. Mon analyse d'ensemble me conduit à conclure que le «chenal principal» du Chobe à hauteur de l'île de Kasikili passe au sud de l'île comme le montre la photographie aérienne que voici (n° 2.39)<sup>40</sup>. Elle explique aussi pourquoi ce chenal transporte la plus grande partie de l'écoulement.

4. Afin de comprendre le comportement hydrologique du cours inférieur du Chobe et de déterminer quel est le chenal principal autour de l'île de Kasikili, il nous faut examiner les aspects de son évolution à plusieurs échelles dans le temps et dans l'espace. D'abord, l'histoire géologique et tectonique remontant entre un à dix millions d'années permet de dresser un tableau de la région expliquant le Chobe, sa topographie et son bassin versant. Ensuite, l'histoire climatique, sur des échelles de temps allant de cent à cent mille ans, nous aide à comprendre les rapports hydrologiques et géomorphologiques existant entre le Chobe et le Zambèze. Et pour terminer, l'évolution du cours inférieur du Chobe, sur des périodes s'étendant de quelques centaines à quelques milliers d'années, justifie elle-même la conclusion selon laquelle le chenal principal est situé au sud de l'île.

### 3. L'histoire géologique et tectonique

5. Le Zambèze n'a pas toujours suivi son cours actuel. Jusqu'à il y a un millier d'années, il suivait le cours de l'actuel Chobe au pied de l'arête du même nom, c'est-à-dire la rive sud bordée d'arbres que l'on distingue clairement sur le film vidéo que vous avez vue plus tôt ce matin. Pour comprendre comment ce changement est survenu, il faut examiner l'histoire géologique et tectonique de la région.

6. Au début, l'Okavango, le Cuando et le Zambèze coulaient dans une direction s'inscrivant généralement dans un axe nord-ouest sud-est à partir des hauts plateaux de ce qui constitue aujourd'hui l'Angola. C'est ce qu'on peut voir sur le diagramme situé dans le coin inférieur gauche (n° 2.40)<sup>41</sup>. Il y a de cela un à dix millions d'années, ce réseau hydrographique a été perturbé par

---

<sup>40</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Alexander, fig. 17.

<sup>41</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Richards, p. 5, diagramme A.

des failles qui se sont formées de pair avec le fossé du Kalahari. C'est ce que montre le diagramme dans le coin inférieur droit (n° 2.40). Une arête faillée, orientée grosso modo du sud-ouest vers le nord-est, accompagnée d'une dépression affaissée sur son flanc nord-ouest, s'est formée à travers les cheminements de ces cours d'eau. Le transit normal des eaux et des sédiments vers l'aval dans les trois cours d'eau a été bloqué, les sédiments se sont alors déposés dans la dépression, formant des cônes d'alluvionnement.

7. On voit sur cette image un exemple caractéristique d'un cône d'alluvionnement (n° 2.41)<sup>42</sup>. Il s'agit d'un dépôt de forme plus ou moins triangulaire. Les cours d'eau se déplacent latéralement à travers ces cônes au fur et à mesure qu'ils se forment, laissant de nombreux chenaux abandonnés. Cette migration est de nature à causer des difficultés aux habitants du petit village que l'on aperçoit au pied du cône sur la photo. Cette migration s'est aussi produite dans les cônes d'alluvionnement de l'Okavango, du Cuando et du Zambèze lorsqu'ils se sont formés.

8. Les trois cours d'eau et leurs cônes d'alluvionnement se sont formés de la même manière et présentent de nombreuses caractéristiques similaires qui varient toutefois en fonction de l'importance du cours d'eau en question. Comme le montre clairement ce diagramme (n° 2.42)<sup>43</sup>, l'Okavango a bâti un grand cône d'alluvionnement contre l'arête faillée lui barrant le passage. Ce cône — le delta de l'Okavango — est le plus grand delta intérieur du monde. De nombreux cours d'eau traversent le cône d'alluvionnement, leur importance hydrologique variant au fil du temps du fait de la modification des eaux qui les alimentent et de leurs sources de sédiments par les mécanismes de dépôt et d'érosion. L'Okavango est un fleuve qui a été bien étudié et qui permet par analogie de tirer des conclusions riches d'enseignement pour les cônes d'alluvionnement moins bien connus du Cuando et du Zambèze. On relève la présence de lacs ou de lits de lacs à sec dans les bassins aux deux «coins» en aval du cône. Une rivière latérale, le Thamakalane, coule entre le pied du cône et l'arête soit vers le nord-est, soit vers le sud-est et elle inverse son cours selon

---

<sup>42</sup>Il s'agit d'un cône d'alluvionnement caractéristique dans une région à climat sec, qui se trouve au Pakistan (près de Quetta).

<sup>43</sup>République de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Richards, p. 10, diagramme C.

l'origine de l'écoulement dominant (n° 2.42). Le cône d'alluvionnement de l'Okavango s'est exhaussé juste assez pour que les eaux franchissent en période humide l'arête faillée et aboutissent dans le bassin de Makgadikgadi, en passant par le Boteti.

0 4 7

9. Le Cuando, le plus petit des trois cours d'eau principaux, n'a par contre formé qu'un petit cône d'alluvionnement — les marais du Linyandi. Comme le montre cette carte, la rivière longe le pied de l'arête formée par la faille et coule principalement vers le nord-est (n° 2.43)<sup>44</sup>. A cause du climat semi-aride, de la faiblesse des pentes et du milieu marécageux, les eaux du Cuando s'évaporent souvent avant d'atteindre le Chobe en aval du lac Liambezi. En conséquence, le Chobe est rarement relié au Cuando par un écoulement continu. On ne saurait donc considérer le système hydrographique formé par le Cuando, le Mashi, le Linyandi et le Chobe comme un réseau hydrographique permanent normal. Comme vous l'a expliqué M. Alexander dans son exposé, le lac Liambezi ne mérite pas son appellation car il est à sec.

10. Dans le Caprivi oriental, le Zambèze a également formé un de ces cônes d'alluvionnement à pente faible. Ce cône a également été appelé la plaine d'inondation du Zambèze. Il a la forme d'un triangle dont les trois côtés sont le fleuve lui-même, une ligne partant approximativement de Katima Mulilo et rejoignant le lac Liambezi et l'arête du Chobe (n° 2.43). Le lac Liambezi se situe dans le coin sud-ouest de ce cône. Celui-ci comporte de nombreux paléochenaux à sa surface, c'est-à-dire des chenaux abandonnés qui se sont formés lorsque la rivière suivait un parcours différent dans le cône qui se formait. De l'eau s'écoule encore dans certains de ceux-ci lorsque le Zambèze est en crue. Au bas du cône il y a également une rivière qui s'écoule latéralement, tout comme la rivière Thamakalane au bas du cône de l'Okavango, au point de voir parfois ses eaux couler en sens inverse. Cette rivière est le Chobe. Les dimensions des boucles des méandres du cours inférieur du Chobe sont des indices donnant fortement à penser qu'il s'agissait d'un ancien chenal du Zambèze et qu'il n'était pas à l'origine le prolongement des sections inférieures du Cuando.

---

<sup>44</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Richards, p. 7, diagramme B.

11. Cette conclusion trouve confirmation dans le fait que le Chobe se fraye un chemin à travers l'arête faillée du Chobe aux rapides de Mambova que l'on aperçoit sur la gauche à l'avant-plan de cette photographie (n° 2.44)<sup>45</sup>. Comme nous l'avons déjà signalé, le Cuando est le plus petit des trois cours d'eau principaux (le Zambèze, l'Okavango et le Cuando). Il n'a pas été capable de s'ouvrir un passage à travers l'arête à hauteur du marécage du Linyandi. Il est donc très improbable que ce cours d'eau — après avoir été détourné latéralement en passant par le Linyandi et le Chobe et après avoir perdu son débit en chemin — aurait pu éroder les formations de grès et les roches basaltiques résistantes de l'arête du Chobe pour former les rapides de Mambova. Ces rapides se sont donc presque certainement formés dans le cours du Chobe lorsque celui-ci était occupé par un cours d'eau beaucoup plus important, à savoir le Zambèze lui-même.

048

12. Des échantillons prélevés au pied de l'arête du Chobe et sur l'île de Kasikili ont fait l'objet de datations par la méthode du radiocarbone (ces résultats figurent dans le contre-mémoire du Botswana). Ces datations semblent toutes indiquer que le Zambèze a quitté sa position initiale le long du pied de l'arête du Chobe pour adopter son cours actuel au nord il y a un millier d'années. La plus grande partie du relief du cours inférieur du Chobe est donc antérieure à cette époque et, depuis lors, le cours inférieur du Chobe n'est plus, pour l'essentiel, qu'un réseau hydrographique fossile.

#### **4. L'histoire climatique**

13. L'histoire climatique de la région nous livre également des éléments d'information importants pour nous permettre de comprendre les caractéristiques du Chobe.

14. Le Botswana prétend que le Chobe est un cours d'eau indépendant du Zambèze. Or l'historique de l'évolution des niveaux du lac du bassin du Kalahari au cours du quaternaire supérieur (c'est-à-dire pendant les cent mille dernières années plus ou moins) montre le rôle hydrologique dominant que le Zambèze a joué déjà à cette époque, tant au niveau de la région que dans le Caprivi oriental et le cours inférieur du Chobe.

---

<sup>45</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Alexander, A1/26, photographie 52.

15. Dans son contre-mémoire, le Botswana prend acte des publications scientifiques signalant la présence de paléolacs à des époques diverses (il y a quarante à trente-cinq mille ans et dix-sept à douze mille ans). Les plus grands de ces paléolacs n'auraient pu exister sans un apport important du Zambèze. La thèse selon laquelle le Zambèze exerce une influence dominante sur l'hydrologie du Chobe trouve donc un appui de longue date dans l'histoire. Il existait plus récemment une chaîne de lacs allant du lac Ngami, en passant par le bassin de Mababe, jusqu'au lac Liambezi et au Caprivi oriental. Cette série de lacs se voit clairement sur la carte que je vous ai montrée il y a quelques instants. Je passe maintenant au document n° 2.45. Il ressort de ce document que ce système lacustre a atteint son stade ultime il y a environ deux mille ans et il s'est par la suite asséché. Cette date correspond aux datations par la méthode du radiocarbone des échantillons prélevés sur l'île de Kasikili, indiquées dans le contre-mémoire du Botswana.

0 4 9

16. Au cours de la période historique, nous pouvons nous servir des comptes rendus écrits et oraux des changements climatiques plutôt que des indices sédimentaires indirects au cours des pas de temps géologiques. Ces données plus récentes démontrent largement l'assèchement du climat survenu depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Moffat en 1842 et Livingstone en 1858 ont tous les deux signalé des périodes de fortes précipitations et la présence de vastes étendues d'eau de surface dans ce qui est aujourd'hui des régions sèches<sup>46</sup>. Les hauts niveaux des eaux de surface constatés par ces voyageurs au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle se sont révélés par la suite être des phénomènes sortant de l'ordinaire. Les explorateurs européens dans la région du lac Ngami ont relevé que son niveau était élevé au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Ils ont toutefois aussi laissé entendre qu'il avait déjà amorcé à cette époque une longue tendance à la baisse.

17. Ce recul de l'hydrologie régionale s'est soldé par une série d'intenses sécheresses et une crise économique au Botswana au début du XX<sup>e</sup> siècle. Des conditions générales de dessiccation relative ont caractérisé la plus grande partie du XX<sup>e</sup> siècle, et ce malgré quelques bonnes années.

---

<sup>46</sup>Question examinée par Nicholson, S.E. (1996), dans *The Physical Geography of Africa*, sous la direction de W.M. Adams, A.S. Goudie et A.R. Orme, Oxford University Press, p. 60-87.

La conséquence en est, comme je l'ai dit plus tôt, que le réseau hydrographique du Cuando, du Mashi, du Linyandi et du Chobe est normalement discontinu et que le lac Liambezi est clairement considéré comme un lac éphémère<sup>47</sup>.

18. De l'eau continue de s'écouler dans le cours inférieur du Chobe, de Serondela à Mambova uniquement, parce que ce tronçon est alimenté par un apport du Zambèze et parce que le niveau de ses eaux est maintenu par la régulation qu'exercent en aval les rapides de Mambova. Ces rapides se comportent plutôt comme un barrage établi sur un cours d'eau. Ils déterminent une hauteur donnée en dessous de laquelle le niveau de l'eau ne peut tomber. C'est pourquoi le cours inférieur du Chobe revient toujours au même niveau minimal à Kasane; ce niveau est dicté par l'altitude à laquelle se trouvent les rapides de Mambova. C'est ce que montre clairement le diagramme n° 2.46<sup>48</sup>. En période de basses eaux, le cours inférieur du Chobe est donc pour l'essentiel une «retenue d'eau» quasi stagnante en amont des rapides.

0 5 0

## 5. Evolution du cours inférieur du Chobe et de l'île de Kasikili

19. La description qui précède de l'histoire géologique, tectonique et climatique de la région forme le contexte dans lequel nous pouvons comprendre la nature et l'évolution du cours inférieur du Chobe au voisinage de l'île de Kasikili. Je résumerai maintenant les caractéristiques de cette évolution.

20. La série de boucles de méandres entre Kabulabula et Kasikili est une caractéristique particulière du cours inférieur du Chobe. Un exemple remarquable est la boucle à Serondela que nous voyons sur cette photographie, n° 2.47<sup>49</sup>. Vous pouvez constater que cette boucle présente une caractéristique qui ressemble plutôt au «chenal en épi» à Kasikili, en amont de ce lieu. Nous constatons la présence dans cette boucle de marques parallèles bien visibles sur lesquelles nous reviendrons plus tard. On y aperçoit également ce qui ressemble à un chenal en amont du «col» étroit de la boucle. Comme nous le verrons, l'île de Kasikili formait à l'origine une telle boucle de

---

<sup>47</sup>Voir Thomas, D.S.G. et Shaw, P.A. (1991) dans *The Kalahari Environment*, Cambridge University Press, p. 132.

<sup>48</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Alexander, fig. 14.

<sup>49</sup>Mémoire de la Namibie, vol. VI, première partie, feuille 10, photographie a; la boucle de Serondela.

méandre. L'évolution des boucles de méandres est un élément caractéristique de la migration latérale d'un cours d'eau actif et dynamique. Avec la permission de la Cour, j'aimerais donc passer en revue brièvement quelques principes généraux de la dynamique des méandres.

21. Un cours d'eau à pente faible adopte de manière caractéristique un cours sinueux, c'est-à-dire qu'il forme des méandres. L'écoulement dans la boucle du méandre tend à éroder la rive extérieure, concave. C'est ce qu'on voit sur ce croquis représentant des boucles d'une rivière canadienne (n° 2.48)<sup>50</sup>. L'érosion de la rive se produit principalement en aval de la pointe de la boucle. Ce qui donne souvent aux boucles qui se déplacent une apparence asymétrique lorsqu'on les examine en vue plongeante, s'accompagnant d'une convexité prononcée en aval.

22. L'érosion d'une rive accroît toutefois la superficie du profil transversal du chenal, ce qui réduit à son tour la vitesse d'écoulement. Le dépôt de sédiments se trouve ainsi favorisé et se produit principalement sur la rive convexe opposée (c'est-à-dire à l'intérieur de la boucle même). Le dépôt rétablit la dimension du profil transversal mais l'effet combiné de ces deux phénomènes est de provoquer un déplacement latéral de la boucle. La sédimentation construit ce qu'on appelle un «banc arqué» dont nous voyons des exemples sur les photographies aériennes des boucles sur le diagramme précédent, c'est-à-dire le n° 2.49<sup>51</sup>. Les bancs arqués sont des formations de sédiments sablonneux qui se créent à l'intérieur d'une boucle. En s'accroissant, ils remplacent la plaine d'inondation détruite par l'érosion de la rive extérieure.

23. Des bancs arqués peuvent se créer par l'accumulation de rides étroites de sable, chacune se déposant autour de la pointe du banc arqué à l'occasion de chaque crue. Ces éléments sont appelés des «cônes d'alluvionnement», que nous pouvons voir sur cette photographie aérienne d'un autre cours d'eau canadien (n° 2.50)<sup>52</sup>. Ces cônes indiquent la direction dans laquelle la boucle se

---

<sup>50</sup>Lapointe, M.F. et Carson, M.A. (1986) *Water Resources Research*, p. 735.

<sup>51</sup>Lapointe, M.F. et Carson, M.A. (1986) *Water Resources Research*, p. 732.

<sup>52</sup>Hickin, E.J. (1974) *American Journal of Science*, p. 418 et 424.

déplace. Ces déplacements sont souvent matérialisés par des formations végétales sur l'ensemble du banc arqué. Elles donnent lieu à des courbes parallèles que vous avez vues sur la photographie aérienne de la boucle de Serondela qu'il convient donc peut-être de réexaminer.

24. A mesure que les courbes adoptent une forme plus asymétrique et accroissent leur amplitude, un col étroit se forme à la base de la boucle. Les eaux de crue peuvent franchir ce col et il se forme ce qu'on appelle un «chenal de déversement» en aval (n° 2.51). Ce chenal peut finir par couper le col du méandre par avulsion et la boucle subit alors un «recouplement».

25. Sur cette photographie, on voit une boucle du Cuando qui a été recoupée de cette façon (n° 2.52)<sup>53</sup>. Après l'avulsion, les eaux de la rivière contournent de plus en plus la boucle.

26. Les sédiments s'accumulent progressivement aux extrémités amont et aval de la boucle recoupée jusqu'à ce que se crée un lac arqué. C'est ce qu'on appelle un «bras mort» dont nous voyons ici un exemple sur le Cuando (n° 2.53)<sup>54</sup>. Vous avez vu ces bras morts dans le film vidéo ainsi que dans les illustrations qui accompagnent les rapports de M. Alexander. Le bras mort finit par se combler de sédiments fins et par s'incorporer à la plaine d'inondation.

27. Compte tenu de ces éléments, revenons maintenant aux boucles de méandres du cours inférieur du Chobe. Elles comportent toutes des croissants d'alluvionnement et ont une forme asymétrique lorsqu'on les examine à la verticale, comme la boucle de Serondela que nous avons vue. Ces deux caractéristiques sont des signes du comportement dynamique, migratoire des méandres, mais ce dynamisme n'est pas un élément caractéristique manifeste du cours inférieur du Chobe au cours de la période historique. Cette rivière est historiquement très stable et, comme nous l'avons affirmé plus tôt, est essentiellement fossile. L'importance des boucles dans le cours inférieur du Chobe correspond davantage à celles qui garnissent le Zambèze au nord plutôt qu'à celles du Chobe plus en amont. Ce qui donne fortement à penser que les boucles se sont formées lorsque le Zambèze suivait dans son cône d'alluvionnement un tracé orienté vers l'ouest et le sud avant que

5 2

---

<sup>53</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Alexander, A1/4, photographie 7.

<sup>54</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Alexander, A1/4, photographie 8.

ne se produise le réalignement majeur vers son tracé actuel au nord, auquel j'ai déjà fait allusion. Le cours inférieur du Chobe est donc un paléochenal du Zambèze alimenté aujourd'hui par les débordements périodiques de ce fleuve.

28. Comme je viens de le dire à l'instant, l'île de Kasikili est devenue une boucle d'un méandre du Zambèze avant que la rivière n'adopte son parcours actuel au nord. Les formations de sédiments et les cônes d'alluvionnement que nous voyons sur ce document (n° 2.54)<sup>55</sup> constatent la constitution de la boucle. Ces éléments font supposer que la boucle s'est déplacée dans cette direction. La courbure des cônes d'alluvionnement et leur coupure en amont par le chenal nord donnent à penser que le tronçon amont de la courbe suivait à cette époque ce qui est aujourd'hui le «chenal en épi».

29. Ces différents stades de développement de la boucle de Kasikili sont indiqués sur les croquis portant les lettres A et B de ce diagramme (n° 2.55). Madame et Messieurs de la Cour trouveront peut-être utile d'examiner la série de croquis de ce diagramme dans le dossier qui leur a été remis. On voit sur le croquis A la migration vers le nord. La section amont de la boucle représentée sur le croquis B devient le chenal en épi au stade suivant, que nous voyons sur le croquis C. Un échantillon de sédiments prélevé sur un site à proximité de la pointe de la boucle et daté par M. Sefe<sup>56</sup> donne un âge de 950 ans<sup>57</sup>. Ce qui donne à penser que la boucle avait atteint sa limite de développement au nord juste avant que le cours du Zambèze ne se déplace complètement. Il est probable que la boucle a engendré un chenal de déversement en aval du col de son méandre, similaire à celui que comporte la boucle de Serondela en aval. C'est ce qu'indique aussi le croquis B.

0 5 3

30. Le stade suivant du développement de la boucle a été le blocage par les sédiments de l'extrémité amont du chenal en épi et la création du tronçon ouest de ce qui est aujourd'hui le chenal nord. Le croquis C du diagramme (n° 2.55) illustre cette évolution. Le chenal nord autour de l'île

---

<sup>55</sup>Mémoire de la Namibie, vol. VI, deuxième partie, diagramme 4.

<sup>56</sup>Contre-mémoire du Botswana, vol. II, app. 3.

<sup>57</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Richards, p. 25, tableau I.

a donc un caractère complexe. La section nord et est est plus ancienne que la section ouest d'origine plus récente.

31. De plus, les apports additionnels d'eau en provenance des chenaux anabranchés qui jouent le rôle d'affluent au nord-est de Kasika maintiennent le niveau des eaux dans la section nord et est de ce chenal. C'est ce qu'on peut voir sur cette photographie (n° 2.56)<sup>58</sup>. On y aperçoit aussi clairement les cônes d'alluvionnement. Ils sont courbés d'une manière qui les relie au chenal en épi et sont tronqués par la section ouest plus récente du chenal nord.

32. La création du chenal nord, ainsi que nous pouvons le constater maintenant, a abouti au tracé d'une courbe plus prononcée à l'entrée amont de la boucle du méandre et a favorisé le dépôt de sédiments à l'intérieur de cette courbe. Ce dépôt est marqué par les rides parallèles que l'on aperçoit dans la zone 2 sur ce diagramme des formations de sédiments au voisinage de l'île de Kasikili (n° 2.57). Ces dépôts ont progressivement resserré de plus en plus la boucle, ce qui a eu pour effet d'accroître davantage la tendance qu'avait l'écoulement de s'étaler dans le col du méandre pour former un chenal de déversement franchissant le col de la boucle.

33. Je reviendrai maintenant, avec la permission de la Cour, au diagramme qui résume l'évolution de l'île de Kasikili (n° 2.58). On voit sur le croquis D le stade de développement qu'avait atteint la boucle juste avant l'avulsion. Le stade final de l'évolution de l'île de Kasikili a été atteint lorsque l'avulsion a entraîné le prolongement du chenal de déversement à travers le col du méandre, ce qui a provoqué le recouplement de la boucle. Par la suite, la plus grande partie des eaux ont évité la boucle et le nouveau chenal de recouplement au sud de l'île est devenu le chenal principal. Le croquis E du diagramme indique la configuration actuelle de la rivière.

34. Le chenal nord a conservé la forme qui est la sienne, actuellement il ne s'est pas transformé en un bras de forme arquée ou bras mort. Cet état de chose s'explique tant par l'assèchement qu'a connu la région que par la migration du Zambèze vers son parcours actuel. Ces deux éléments ont réduit ensemble le débit de ce qui est aujourd'hui le Chobe et fait disparaître la source de sédiments nécessaire pour que des dépôts se forment. La déconnexion du cours inférieur

054

---

<sup>58</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Alexander, A1/14, photographie 28.

du Chobe du bassin versant situé en amont a empêché la transformation normale d'un méandre recoupé en un bras mort. Telle est toutefois la destinée ultime d'un méandre recoupé, car le dépôt de sédiments bloque progressivement son entrée ainsi que sa sortie amont.

35. Après l'avulsion, la plus grande partie du débit du cours inférieur du Chobe autour de l'île de Kasikili, aux époques où se produit un fort écoulement vers l'aval, est passée au sud de l'île. C'est ce qui ressort de la photographie que nous voyons maintenant à l'écran (n° 2.59)<sup>59</sup>. Le parcours que suivent les eaux est donc le chenal principal. Ce chenal a une rive droite bien définie le long du pied de l'arête du Chobe. C'est la limite naturelle au sud-ouest du bassin versant faillé du Chobe. La rive gauche est marquée à son extrémité ouest par une bande de terrain surélevé le long duquel l'armée botswanaise a construit des bâtiments militaires, et à son extrémité ouest par le bord de l'île de Kasikili.

#### **6. Le thalweg du chenal principal**

36. Avant que la boucle de recouplement s'envase totalement, deux chenaux peuvent coexister pendant un certain temps. Il peut même d'ailleurs se former des chenaux multiples dans la rivière pour diverses raisons, mais dans tous les cas on peut habituellement toujours identifier un chenal principal, c'est-à-dire celui qui transporte la plus grande partie de l'écoulement. Tous les chenaux ont une ligne de profondeur maximale ou un thalweg. C'est habituellement aussi la ligne des plus grandes vitesses dans ce chenal. Une rivière à multiples chenaux aura donc de multiples thalweg. Les thalweg se sépareront au point de bifurcation pour se réunir à nouveau à leur point de jonction.

37. Le chenal principal du Chobe a donc un thalweg. C'est le «chenal sud» que l'on peut apercevoir sur toutes les photographies aériennes prises en période de basses eaux. Mais ce chenal de thalweg demeure également visible en période de hautes eaux (n° 2.59). Il est intéressant de comparer la représentation du chenal principal et de son thalweg sur cette photographie avec celle qu'en donne la photographie de M. Alexander en période de basses eaux, la photo n° 2.35 dans le dossier des juges.

---

<sup>59</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Alexander, fig. 21.

055

38. Ce phénomène d'un large chenal principal contenant un thalweg étroit et plus sinueux correspond exactement à la configuration qu'adopte le Chobe plus en amont au pont de Ngoma. Ces deux photographies le montrent très clairement (n° 2.60)<sup>60</sup>. Le chenal large est nécessaire pour véhiculer les débits de pointe, mais l'écoulement se réduit au thalweg pendant les périodes de faible débit.

## 7. Conclusions

39. Les conclusions suivantes peuvent être tirées de l'analyse qui précède de l'évolution du cours inférieur du Chobe :

- i) en premier lieu, l'île de Kasikili a d'abord pris la forme d'une boucle de méandre. Elle est devenue une île après un phénomène d'avulsion qui a créé un méandre de recouplement;
- ii) en deuxième lieu, le chenal nord est un bras mort en voie de formation. Les taux faibles de transport de sédiments ainsi que les apports d'eau alimentant son tronçon est à partir des chenaux anastomosés de Kasika l'empêchent d'atteindre ce stade;
- iii) en troisième lieu, la majeure partie de l'écoulement aux époques où un débit important s'écoule vers l'aval passe au sud de l'île et le parcours de cet écoulement constitue donc le chenal principal comme nous pouvons le voir sur cette photographie (n° 2.61);
- iv) enfin, ce chenal sud étroit, que l'on aperçoit clairement en période de basses eaux, est le thalweg à l'intérieur du chenal principal.

40. Monsieur le président, Madame et Messieurs de la Cour, permettez-moi de vous remercier de votre attention. Je vous saurais gré de bien vouloir donner maintenant la parole à M. Chayes pour qu'il résume les plaidoiries de la journée.

Le PRESIDENT : Je vous remercie beaucoup, Monsieur Richards. Monsieur Chayes, je vous en prie.

---

<sup>60</sup>Réplique de la Namibie, vol. II, rapports scientifiques, Alexander, fig. 9.

M. CHAYES : Plaise à la Cour :

## 7. ANALYSE JURIDIQUE DES ÉLÉMENTS DE PREUVE SCIENTIFIQUES

### Introduction

Monsieur le président, Madame et Messieurs de la Cour.

1. Nous avons passé cette matinée à analyser l'hydrologie et la géomorphologie du Chobe, en particulier aux environs de l'île de Kasikili. Vous trouverez, je pense, au Greffe, des certificats attestant les compétences des spécialistes de ces disciplines. Cela dit, l'ensemble de ces éléments scientifiques, récents ou plus anciens, démontre de façon extrêmement solide et convaincante que le chenal principal du Chobe passe au sud de l'île de Kasikili.

2. Mon propos, durant le temps qui nous reste, sera double :

- *premièrement*, replacer cet abondant faisceau de faits dans le contexte juridique de l'affaire, et
- *deuxièmement*, mettre en évidence les principales conclusions qui se dégagent des éléments de preuve factuels.

3. J'espère le faire dans un langage où je suis à l'aise en tant que juriste et où vous devriez donc l'être plus que moi en tant que magistrats.

4. Permettez-moi tout d'abord de rappeler ce que nous nous proposons, fondamentalement, de faire : interpréter les termes du traité anglo-allemand de 1890. Ce traité, nous le savons, situe la frontière entre la Namibie et le Botswana autour de l'île de Kasikili «au centre du chenal principal» du Chobe. C'est une invitation claire, aux yeux de la Namibie, à procéder en deux étapes. La Cour doit en premier lieu identifier le chenal principal. Puis, elle devra décider où se situe le centre de ce chenal principal.

### Les critères permettant de déterminer le chenal principal

5. Les deux Parties déclarent que le chenal principal est celui qui transporte la plus grande fraction des eaux de la rivière. De fait, s'agissant de deux Etats en litige qui semblent par ailleurs s'opposer diamétralement sur tout, pareille concordance de vues est frappante.

6. Sur quoi se fonde un tel critère ? De l'avis de la Namibie, il repose sur une triple base.

057

7. En premier lieu, ce critère est l'expression du principe fondamental énoncé à l'article 31 de la convention de Vienne, aux termes duquel le traité doit être interprété suivant le sens ordinaire à attribuer à ses termes. Dans son sens ordinaire, l'expression «chenal principal» désigne le chenal qui transporte la plus grande fraction des eaux d'un cours d'eau. A tout le moins, c'est là l'un de ses sens ordinaires. En effet, comme M. Delbrück l'a noté hier, cette expression, dans son sens ordinaire, désigne aussi par extension le chenal où transite la part la plus importante du trafic. Les deux aspects — volume des eaux et volume du trafic — sont donc pertinents aux fins de trancher la question dont est saisie la Cour, et l'un et l'autre désignent le chenal passant au sud de l'île.

8. Deuxièmement, ce critère repose sur une base scientifique. M. Sefe, l'expert du Botswana, déclare ceci : «Le terme «principal» a des connotations à la fois hydrologiques et géomorphologiques qui touchent à la vitesse d'écoulement et, partant, au débit.»<sup>61</sup> Notez que M. Sefe ne dit pas que, d'un point de vue scientifique, le chenal principal est celui qui est le plus profond. Au contraire, il prend bien soin de souligner que «la largeur et la profondeur d'un chenal ne constituent pas un autre critère permettant de déterminer le chenal principal d'un cours d'eau»<sup>62</sup>. La Namibie est elle aussi de cet avis.

9. Enfin, les sources juridiques corroborent la thèse selon laquelle le chenal principal est celui qui transporte le plus fort débit. Nous l'avons vu, dans l'arrêt rendu en l'affaire *Palena*, le débit, ou le volume relatif d'écoulement est considéré comme le critère pertinent aux fins de déterminer le «chenal principal» d'un cours d'eau.

10. Dans leurs analyses relatives aux frontières fluviales, les publicistes du XIX<sup>e</sup> siècle spécialisés dans le droit international mettent eux aussi l'accent sur la notion de courant ou d'écoulement. Lorsque, au cours de mon exposé liminaire hier, j'ai cité Calvo parlant du «plus gros volume d'eau», j'ai promis de revenir sur cette question aujourd'hui.

---

<sup>61</sup>Mémoire du Botswana, appendice au chapitre VII, p. 3.

<sup>62</sup>Contre-mémoire du Botswana, vol. II, app. 4, par. 50.

11. De nombreux autres auteurs abondent dans ce sens :

- Rivier : «la position du filet d'eau qui se meut avec la plus grande vitesse»<sup>63</sup>,
- Despagnet : «le chenal formé par le courant de l'eau...»<sup>64</sup>,
- Fiore : «la ligne ... idéalement tracée au milieu de la partie du lit où les eaux sont les plus profondes et les plus rapides»<sup>65</sup>,
- Bonfils : «le milieu du courant principal»<sup>66</sup>,
- Engelhardt : «la partie la plus basse du lit sur laquelle le courant se meut avec la plus grande vitesse»<sup>67</sup>.

Orban utilise une formulation identique.

12. La plupart de ces commentaires ont été faits au sujet du concept de thalweg. Les définitions du terme «thalweg» qui figurent dans les dictionnaires allemands évoquent de même «le chenal dans lequel s'écoulent les eaux», ou «les points où les eaux s'écoulent en surface avec la plus grande vitesse», ou encore «la ligne du courant le plus rapide»<sup>68</sup>.

13. Les définitions faisant référence à la navigation d'amont en aval sont elles aussi étroitement liées à l'idée que le courant constitue l'aspect central du concept thalweg. D'éminents commentateurs du tournant du siècle reconnaissent expressément le lien intrinsèque entre ces deux facteurs. Je ne donnerai que quelques exemples<sup>69</sup> :

- Westlake : «la voie suivie par les bateaux qui descendent le courant, qui est aussi celle du courant le plus fort...»,
- Von Neumann : «la ligne suivie par les navires qui descendent le courant, plus précisément le

---

<sup>63</sup>Sans objet en français.

<sup>64</sup>Sans objet en français.

<sup>65</sup>Sans objet en français.

<sup>66</sup>Sans objet en français.

<sup>67</sup>Sans objet en français.

<sup>68</sup>Contre-mémoire de la Namibie, par. 61.

<sup>69</sup>Ces sources et d'autres sont analysées dans le contre-mémoire de la Namibie aux paragraphes 61 à 65.

centre du courant descendant».

14. Englehardt, l'un des principaux protagonistes des débats qui ont eu lieu en Europe au XIX<sup>e</sup> siècle établit un tel lien de façon explicite et en des termes tout à fait concrets. Après sa définition, que j'ai citée il y a un instant, il ajoute ceci

0 5 9

«En pratique on ne détermine point la direction du chenal avec une précision mathématique. L'on se contente d'ordinaire d'observer la course des bateaux de plus fort tonnage.»<sup>70</sup>

Les raisons de ce lien entre navigation et force du courant se comprennent aisément. Depuis des temps immémoriaux, tous ceux qui ont navigué sur un cours d'eau ont suivi le courant lorsqu'ils se dirigeaient vers l'aval. C'est le chemin le plus facile. Quel que soit le mode de transport, laisser le courant faire une partie du travail économise du temps et de l'énergie.

15. La Namibie a montré dans ses pièces écrites qu'il n'existait au XIX<sup>e</sup> siècle aucune «doctrine du thalweg» — aucune règle selon laquelle, en vertu du droit international coutumier, les frontières fluviales devraient suivre le cours du chenal le plus profond<sup>71</sup>. Les textes que je viens de commenter s'inscrivent dans le cadre d'un débat qui portait sur l'éventuelle *émergence* d'une telle doctrine. Ils ont trait à la localisation du chenal principal dans un cours d'eau unique, dépourvu de bifurcations. Ils ne se prononcent pas sur le cas qui nous occupe, à savoir un cours d'eau se scindant en deux bras, dont il s'agit de savoir lequel est le chenal principal. Ils n'en soulignent pas moins l'importance des considérations relatives à l'écoulement de la rivière aux fins de l'établissement des frontières fluviales. Si certains auteurs prennent en compte la profondeur, c'est parce que ce facteur coïncide habituellement avec les deux autres — force du courant et navigation. Ces textes démontrent en tous cas l'importance centrale de l'*écoulement* ou du *courant* d'un cours d'eau dans le concept de thalweg tel qu'il commençait à se dessiner au XIX<sup>e</sup> siècle.

\* \* \*

---

<sup>70</sup>Sans objet en français.

<sup>71</sup>Contre-mémoire de la Namibie, par. 7 et 59; réplique de la Namibie, par. 108.

060

16. A ce point de mon exposé, la Cour aura compris que les trois bases sur lesquelles reposent le critère — acception habituelle, acception scientifique et acception juridique — se recouvrent. Toutes trois amènent à conclure que le chenal principal est celui qui transporte le plus gros débit ou la plus grande fraction des eaux. De plus, ce critère est accepté par les deux Parties.

17. Celles-ci s'accordent également pour reconnaître que la question de savoir quel est le chenal qui transporte le plus fort débit est essentiellement une question de faits.

18. Sur ce point aussi, la jurisprudence internationale est unanime. La décision dans l'affaire *Palena* a interprété un passage d'une sentence arbitrale antérieure, datant de 1902, qui fixait le tracé d'une frontière fluviale entre le Chili et l'Argentine. La question, indiquait l'arrêt, était d'ordre géographique. Autrement dit, la décision se référait explicitement à des preuves factuelles ou, selon ses termes, scientifiques. Elle fondait ses conclusions sur des éléments de preuve relatifs à la situation factuelle telle qu'elle existait alors, même si, manifestement, «ce [n'était] pas le cours d'eau que le juge avait à l'esprit lorsqu'il a prononcé la sentence arbitrale»<sup>72</sup>.

19. La décision rendue plus récemment dans l'affaire de la *Laguna del Desierto*, relative à un autre secteur de la frontière entre l'Argentine et le Chili, telle que fixée par la sentence de 1902, va dans le même sens. Dans ce secteur, la frontière, aux termes de la sentence, suivait la ligne locale de partage des eaux. Il est dit dans cette décision que lorsqu'un instrument définit une frontière par rapport à des caractéristiques naturelles, le tracé ne dépend pas de la connaissance plus ou moins exacte que son auteur a de la région. En d'autres termes, il dépend de

«la morphologie réelle. Le terrain demeure tel qu'il a toujours été. En conséquence, la ligne locale de partage des eaux existant en 1902 est celle-là même qui peut être établie à la date du présent arbitrage. De ce fait, la présente décision ne revise pas la sentence arbitrale de 1902, mais en applique fidèlement les dispositions.»<sup>73</sup>

20. Ce que nous cherchons par conséquent à déterminer, c'est la «morphologie réelle» — à savoir le chenal qui transporte effectivement la plus large fraction des eaux en l'état actuel du Chobe, quels que soient le niveau de connaissance des rédacteurs du traité où les opinions formulées par des observateurs.

---

<sup>72</sup>*ILR*, vol. 38, p. 92.

<sup>73</sup>*ILR*, vol. 113, p. 76.

21. J'en viens par conséquent aux éléments factuels permettant d'identifier le chenal qui transporte la plus grande fraction des eaux du Chobe à la hauteur de l'île de Kasikili.

0 6 1

### **Les éléments de preuve factuels et scientifiques**

#### **1. Le système général d'écoulement des eaux dans le Chobe**

22. Il convient avant tout d'avoir à l'esprit le régime annuel du Chobe, tel qu'il vous a été montré dans le document vidéo et tel que l'ont décrit les experts de la Namibie.

23. Comme la chose vous a déjà été exposée à plusieurs reprises, je me contenterai de souligner les points principaux (pièce n° 2.63). Vous vous souviendrez que lorsque le cours du Chobe arrive à mi-chemin environ de la barre du Linyanti, la rivière est à sec. De ce point jusqu'au lac Liambezi et plus loin en aval, la rivière est à sec *tout au long de l'année*, et cela depuis de nombreuses années ainsi que durant de nombreux épisodes dans le passé.

24. A la saison sèche, le lit de la rivière demeure sec depuis cet endroit jusqu'à Serondela, à quelques 15 kilomètres en amont de l'île de Kasikili. Voici une photographie de Ngoma prise en septembre 1996, en pleine saison sèche (pièce n° 2.64). Vous l'avez déjà vue; cette fois je voudrais faire constater qu'aucune eau ne coule sous le pont.

25. Nous le savons tous, la situation change chaque année à la fin de février ou en mars, lorsque le Zambèze entre en crue à Katima Mulilo. Les eaux de débordement progressent sur un vaste front à travers la plaine d'inondation suivant l'inclinaison générale du terrain. Le document vidéo et les images présentés par M. Alexander ont montré de manière spectaculaire l'invasion progressive de la plaine d'inondation.

26. Je voudrais à présent appeler l'attention de la Cour sur un point d'un grand intérêt et d'une grande importance. M. Alexander vous l'a dit, lorsque commence l'inondation annuelle de l'île de Kasikili elle-même, les eaux de crue se déplacent d'est en ouest, c'est-à-dire à *contre-courant*. Comment la chose est-elle possible ? La première loi de l'hydrologie, est peut-être la seule qui nous soit familière à tous, est que l'eau ne peut remonter une pente. Il s'avère toutefois que, comme l'a indiqué M. Alexander, le facteur déterminant en la matière n'est pas la dénivellation du *lit de la rivière* entre deux points. C'est la dénivellation des *eaux de surface*. D'ordinaire, l'une et l'autre

concordent, mais ce n'est pas toujours le cas. Permettez-moi d'illustrer cela à l'aide d'un exemple pris dans l'environnement domestique : celui d'une banale baignoire (pièce n° 2.65). Le fond de la baignoire est doté d'une bonde et remonte tout autour de cet orifice. Mais lorsque celui-ci est obstrué et que l'eau des robinets s'écoule dans la baignoire, la pression de l'eau contre le fond la fait s'élever au-dessus du niveau de surface et l'eau «remonte la pente», remplissant la baignoire.

27. Le même phénomène se produit autour de l'île de Kasikili au début de chaque inondation. L'île étant proche du Zambèze, les eaux de crue l'atteignent avant de parvenir jusqu'au tronçon du Chobe situé plus loin en amont. Tout comme le jet des robinets d'une baignoire, ce déversement fait s'élever le niveau de l'eau à l'extrémité inférieure, et l'eau s'écoule à contre-courant. Les premiers Européens qui ont parcouru la région ont observé ce phénomène. Streitwolf, le premier résident impérial allemand au Caprivi évoque «les crues du Zambèze dont les eaux remontent évidemment aussi dans le Linyanti [c'est-à-dire le Chobe]»<sup>74</sup>. Je m'interromps ici un instant pour remarquer qu'il existe sinon une certaine confusion, du moins certaines divergences dans la terminologie. L'ensemble du système Guando Marshi Linyanti Chobe, auquel M. Richard a fait allusion, est désigné sous le nom de Chobe dans le traité, cela est clair, mais les observateurs de l'époque faisaient souvent la distinction entre les différentes parties du traité et Streitwolf appelait Linyanti le système tout entier. Cette même inversion du courant en direction de l'amont est couramment mentionnée de nos jours dans les rapports techniques<sup>75</sup>.

28. Environ une semaine plus tard, les eaux de débordement, à leur fore maximum, atteignent le Chobe en amont de l'île de Kasikili. Le courant retrouve alors son sens habituel. Les eaux dévalent le lit, dépassant l'île de Kasikili pour rejoindre les rapides de Mambova et, plus loin, le confluent avec le Zambèze. La crue est donc la seule période durant laquelle on observe un écoulement important d'amont en aval dans le Chobe à la hauteur de l'île de Kasikili.

---

<sup>74</sup>Mémoire de la Namibie, annexe 141, p. 61.

<sup>75</sup>Ministère des affaires des eaux, *South West Africa/Namibia First Annual Report on the Hydrologie of the Eastern Caprivi*, février 1983, p. 8. *Second Annual Report on the Hydrology of the Eastern Caprivi*, janvier 1984, p. 5; *Third Annual Report on the Hydrology of the Eastern Caprivi*, février 1985, p. 8; Ministère de l'agriculture, de l'eau et du développement rural, département des eaux, *Hydrological Review of the 1992/93 Season*, septembre 1994, p. 9.

0 6 3

29. Il est demandé à la Cour de déterminer quel est le chenal qui transporte la plus grande fraction de ces eaux. Intuitivement, on sent bien qu'elle doit passer au sud de l'île. La plaine d'inondation présente une inclinaison générale du nord vers le sud. La raison en est, comme nous l'explique M. Richards, que sur toute son étendue, celle-ci correspond à une dépression de type faille normale au pied de l'arête du Chobe. Cette dépression longeant l'arête constitue de manière générale la portion la plus basse de la plaine d'inondation. La force de gravité entraîne naturellement les eaux de débordement vers cette ligne basse. Ce raisonnement intuitif est pleinement corroboré par les éléments de preuve que je me propose à présent de passer en revue.

## 2. Le Chobe n'est pas un cours d'eau pérenne

30. Permettez-moi de revenir une fois encore sur la question de savoir si le Chobe est un cours d'eau pérenne. J'y reviens parce que ce point est un élément central dans l'argumentation du Botswana. Deux des «six propositions» qui, selon le Botswana, étayaient sa position et deux autres titres de section ou de paragraphe dans son contre-mémoire affirment que le Chobe est un cours d'eau permanent<sup>76</sup>.

31. MM. Alexander et Richards déclarent catégoriquement l'un et l'autre que ces affirmations sont erronées. Et cela est manifestement le cas.

32. Un cours d'eau permanent, comme le dit lui-même le Botswana, est un cours d'eau qui ne s'assèche jamais<sup>77</sup>. Mais, je l'ai expliqué il y a un instant, le Chobe est à sec tout au long de l'année depuis un point situé à 15 ou 20 kilomètres en amont du lac Liambezi jusqu'à quelque 10 à 15 kilomètres plus bas. A la saison sèche, aucune eau ne s'y écoule jusqu'au pont de Ngoma. Dans le document vidéo, vous avez vu l'hélicoptère de M. Alexander posé sur le lit de la rivière en amont du lac Liambezi; je ne vous le montrerai donc pas une seconde fois. Voici par contre une photographie qui montre sir Elihu Lauterpacht marchant dans le lit asséché du lac Liambezi, quelque 75 kilomètres en amont de l'île de Kasikili (pièce n° 2.66). Malheureusement, étant donné les circonstances, ce sera la seule apparition de sir Elihu au cours des présentes audiences.

---

<sup>76</sup>Contre-mémoire du Botswana, par. 327-334; chap. 6 (G) iii) et (G) iv).

<sup>77</sup>Contre-mémoire du Botswana, app. II, par. 9.

33. Il n'y a pas à insister sur ce point. Le Chobe n'est pas une rivière qui ne s'assèche jamais. Il est à sec la plupart du temps sur une bonne partie de son cours. Ce n'est pas une rivière pérenne.

34. Le Botswana glisse de son affirmation erronée selon laquelle le Chobe est un cours d'eau pérenne à une affirmation tout aussi erronée en qualifiant l'écoulement dans la rivière de «continu». Là encore, le Botswana ne se contente pas d'affirmer cela une fois. Il y revient à maintes et maintes reprises :

- 0 6 4
- contre-mémoire du Botswana, paragraphe 263 : «Le Chobe est un cours d'eau permanent indépendant, qui *s'écoule de façon continue* pendant toutes les saisons de l'année, dans le chenal nord autour de l'île de Kasikili/Sedudu...»;
  - paragraphe 272 : «L'écoulement le long du chenal nord est *continu vers l'aval*»;
  - paragraphe 334 : «Le courant qui s'écoule vers l'aval le long du chenal nord est *continu*»;
  - paragraphe 351 : «*Un écoulement continu vers l'aval* à la bifurcation de l'île à travers le chenal nord et ouest»;
  - paragraphe 381, encore : «*Le courant dans la direction de l'aval est continu à travers le chenal nord et ouest*».

35. Nous venons de le constater, les faits démontrent exactement le contraire. La Cour a vu les photographies.

36. De plus, les eaux du cours inférieur du Chobe ne s'écoulent pas toujours vers l'aval, comme l'affirme le Botswana. Ainsi que je l'ai expliqué il y a un instant, au début de la crue annuelle, le courant, tant à proximité de l'île que plus haut entre Serondela et Ngoma, s'écoule vers l'amont.

37. L'affirmation du Botswana selon laquelle le courant dans le chenal nord s'écoule d'amont en aval est donc doublement erronée : le courant n'est pas continu; il ne s'écoule pas toujours vers l'aval.

38. Il ressort de la démonstration qui précède que le Botswana a commis deux erreurs monumentales — non pas une fois, mais de façon persistante — à propos de points de fait qui sont notoires pour quiconque est tant soit peu familiarisé avec le cours inférieur du Chobe. Cela,

naturellement, ne peut que jeter de graves doutes sur la fiabilité générale de l'analyse scientifique du Botswana.

0 6 5 39. Mais cette démonstration appelle une conclusion plus fondamentale et plus importante. Les deux affirmations — premièrement, que le Chobe est un cours d'eau permanent et, deuxièmement, que l'écoulement à travers le chenal nord et ouest est continu — ces deux affirmations sont — de l'aveu même du Botswana — le fondement de son argumentation scientifique selon laquelle la majeure fraction des eaux emprunte le chenal nord<sup>78</sup>. Si ces deux assertions sont fausses, la conclusion selon laquelle la plus grande partie du courant passe par le chenal nord s'effondre nécessairement avec elles.

**3. Pendant la saison sèche, il n'y a pas d'écoulement important dans aucun des deux chenaux du Chobe autour de l'île de Kasikili**

40. Les allégations fondamentales du Botswana sont erronées pour une autre raison. Les citations dont je viens de donner lecture indiquent toutes non seulement que le courant est continu, mais qu'il est continu *dans le chenal nord*. Cela aussi est faux.

41. Puisque, pendant la saison sèche, le Chobe est à sec en amont de Serondela, il en résulte que, pendant cette saison, aucune eau provenant de l'ouest ne pénètre dans le Chobe autour de l'île de Kasikili. S'il n'y a aucune arrivée d'eau, il ne peut y avoir aucun courant qui s'écoule par le chenal nord pendant cette période. Loin de s'écouler de façon continue, le chenal nord est pour l'essentiel stagnant pendant la saison sèche. Le chenal sud l'est lui aussi bien entendu. En réalité, s'il n'y avait pas la régulation exercée en aval par les rapides de Mambova, l'eau dans les deux chenaux s'écoulerait tout droit jusqu'au Zambèze et la totalité du cours du Chobe en amont de Kasane resterait pour l'essentiel à sec presque jusqu'au village du Linyandi.

42. MM. Alexander et Richards ont mentionné l'un et l'autre l'importance de la régulation exercée en aval. Que signifie cette formule ? Il existe une régulation exercée en aval quand l'écoulement d'un cours d'eau subit de façon décisive l'incidence de quelque caractéristique située en aval. L'exemple le plus évident est un barrage. Quand un barrage a été construit en travers du

---

<sup>78</sup>Mémoire du Botswana, par. 216; contre-mémoire du Botswana, par. 250.

cours d'eau, l'écoulement est interrompu. Le barrage régule l'écoulement. Dans notre affaire, il n'y a pas de barrage (n° 2.67), mais les rapides de Mambova produisent le même effet qu'un déversoir. De plus, bien qu'aucune eau ne pénètre dans le Chobe en provenance de l'ouest, il y a toujours un courant qui entre dans le Chobe à Kasane, en aval de l'île. Il provient du Zambèze par ces deux chenaux anastomosés. Cela définit le niveau minimum des eaux dans les deux chenaux et à Kasane.

0 6 6            43. Mon exemple familier de la baignoire permet peut-être une fois encore de faire la lumière sur ce point. Les baignoires contiennent un écoulement de sécurité ou de trop-plein pour les empêcher de déborder (n° 2.68). Si le robinet continue à couler, l'eau excédentaire s'écoule par le trop-plein. Le niveau de l'eau dans la baignoire reste constant. Cependant, il n'y a aucun écoulement *qui déborde* de la baignoire, de l'arrière vers l'avant. L'eau qui s'écoule du trop-plein ne vient pas de la partie arrière de la baignoire. La plus grande partie de l'eau de la baignoire reste pour l'essentiel stagnante. Ce qui s'écoule par le trop-plein, c'est l'eau située à l'extrémité inférieure de la baignoire près du robinet.

44. L'eau dans les deux chenaux autour de l'île de Kasikili pendant la saison sèche se comporte comme l'eau de la baignoire avec le trop-plein. L'écoulement qui pénètre par les deux chenaux anastomosés se dirige tout droit à travers les rapides de Mambova et les deux chenaux qui entourent l'île restent stagnants pour l'essentiel — à un niveau déterminé par la régulation que les rapides de Mambova exercent en aval.

45. Quelle est la portée du fait qu'en saison sèche l'eau reste effectivement stagnante dans les deux chenaux, en plus de révéler une troisième erreur fondamentale dans l'analyse hydrologique du Botswana ? Il signifie que les comparaisons entre les deux chenaux, que ce soit sur des photos comme celle qui figure sur l'écran (n° 2.69), qui ont été prises pendant la saison sèche, ou par des mesures effectuées pendant la même période, ne peuvent donner aucun renseignement significatif sur les écoulements comparatifs dans l'ensemble des deux chenaux. Car il n'y a presque aucun écoulement à observer ou à mesurer.

46. Dans mon exposé liminaire, vous vous en souvenez, j'ai dit que les nombreuses pages des écritures du Botswana qui portent sur des comparaisons entre la largeur ou la profondeur respective des deux chenaux, tels qu'ils apparaissent sur des photos aériennes prises pendant la saison sèche,

sont pour l'essentiel dépourvues de pertinence. En premier lieu, il est impossible d'observer l'écoulement de l'eau ou la profondeur des chenaux sur ces photographies prises à une altitude de plus de 3000 mètres. En second lieu, comment des comparaisons entre des images de chenaux stagnants peuvent-elles fournir des renseignements quelconques sur les écoulements relatifs de l'un et de l'autre, cela le Botswana ne le dit pas.

0 6 7

47. Le Botswana, vous le savez, a effectué aussi des mesures de l'écoulement pendant certains mois de la saison sèche en 1997 et 1998. La Namibie a eu connaissance de ces mesures pour la première fois quand les répliques ont été échangées. M. Alexander a déjà montré que ces mesures confirment la position de la Namibie. A toutes fins pratiques, le chenal nord reste stagnant pendant la saison sèche. Il s'agit là d'un point déterminant et je voudrais donc, avec la permission de la Cour, réexaminer l'analyse de M. Alexander.

48. Vous trouverez les tableaux qui consignent les mesures de l'écoulement effectuées par le Botswana sous le n° 16 des documents d'hier. Les mesures effectuées pendant les mois de la saison sèche sont soulignées en rouge. Comme je l'ai dit hier, la vitesse de l'écoulement en mètres/seconde varie de 0,014 à 0,051. Cela représente entre 1 et au plus 5 cm/s. Je m'abstiendrai de répéter la démonstration fondée sur des mesures en mètres faites par M. Alexander, mais la plupart des vitesses d'écoulement consignées pour la saison sèche s'approchent ou restent en dessous de la limite maximale extrême de la mesure en mètres utilisée par le Botswana. La fiabilité de ces mesures de vitesse lente est donc douteuse.

49. Cette incertitude est d'autant plus grande que les chiffres ne donnent aucune indication sur ce qu'était la direction du courant quand les mesures ont été effectuées. Vous vous souviendrez que, pendant la première semaine de mars 1998, M. Alexander a mesuré un écoulement en direction de l'amont à une faible vitesse. Ce courant vers l'amont, comme je l'ai indiqué il y a un moment, constitue précisément ce que l'on peut attendre au début de la crue du Zambèze. Or, le Zambèze a commencé à monter très vite à la fin de février 1998 et il a atteint une pointe initiale le 3 mars. Par convention, le courant orienté vers l'amont devrait être indiqué par un signe négatif sur les tableaux, mais aucune indication de ce genre ne figure sur les tableaux du Botswana pour les chiffres inscrits qui correspondent au début de mars. Cela en dit long au moins sur les soins pris pour effectuer la compilation et, dirai-je, sur son exactitude.

50. Cependant, même si l'on suppose pour les besoins de l'argumentation que les chiffres du Botswana sont exacts, il faudrait quelque chose comme cinq jours avec la vitesse consignée du courant pour qu'une goutte d'eau franchisse les 9 kilomètres qui séparent de l'île de Kasikili des rapides de Mambova. En ce qui concerne la Namibie, un cours d'eau qui s'écoule à cette vitesse est en fait stagnant.

51. Il faut donc conclure que les comparaisons faites pendant cette période ne sont susceptibles de fournir aucune preuve fiable de l'écoulement relatif dans l'ensemble des deux chenaux.

0 6 8

#### **4. Quand il y a un écoulement important dans le Chobe, il passe au sud de l'île**

52. Jusqu'ici, j'ai traité de la saison sèche, alors qu'il n'y a aucun écoulement important dans le Chobe à l'île de Kasikili. Quelle est la situation quand *il y a* un écoulement ?

53. Comme nous le savons, l'eau qui s'écoule dans le cours inférieur du Chobe ne provient pas de son propre bassin versant situé au nord et à l'ouest. Il s'agit de l'eau de débordement du Zambèze, qui s'étend vers le sud à travers la plaine d'inondation jusqu'à ce qu'elle atteigne l'arête du Chobe. Là, elle est repoussée dans le lit du Chobe et, pour finir, elle s'écoule au-delà de l'île de Kasikili.

54. A plusieurs reprises, la Namibie a montré cette photographie (n° 2.70), mais avec la permission de la Cour je vais la montrer une fois encore. Quand l'eau du Chobe provenant de l'ouest s'approche de l'île de Kasikili, elle remplit son chenal d'une rive à l'autre. Quand le Chobe atteint l'île, il ne tourne pas à gauche pour remonter dans l'étroit chenal nord. Le chenal nord est bien trop petit pour le contenir. Il s'écoule plutôt tout droit au sud de l'île. Il remplit le chenal principal. La rive droite bien marquée de ce chenal est un prolongement de la rive droite située immédiatement à l'ouest. La rive gauche est marquée par la ligne de terre haute qui traverse l'île dans le sens ouest-est. Cette diapositive (n° 2.71) est un agrandissement de la photographie du Botswana prise en juin 1997. Elle montre la rive gauche de façon tout à fait claire. L'eau se retire

déjà, ainsi l'extrémité ouest de l'île se trouve pour une large part à sec et une partie est à découvert. On peut voir clairement les discontinuités de la rive du chenal nord par lesquelles l'eau s'écoule à l'extérieur pour rejoindre le chenal principal.

55. Comme vous le savez, les mesures du débit effectuées par M. Alexander s'accordent tout à fait avec ce compte rendu. Dans le chenal principal au sud de l'île, le débit était de 247 m<sup>3</sup>/s, c'est-à-dire près de 60 % de l'écoulement. Dans le chenal nord, il était de 188 m<sup>3</sup>/s<sup>79</sup>.

56. Le Botswana a effectué des mesures du débit quelques jours plus tard. Elles sont indiquées en bleu à l'onglet 16 du dossier remis hier. Une fois encore, comme il s'agit d'un point d'une très grande importance, je voudrais, avec l'autorisation de la Cour, examiner l'analyse de ces mesures faite par M. Alexander.

0 6 9

57. La diapositive projetée à l'écran (n° 2-72) montre les points où le Botswana a procédé à ces mesures — B2 pour le chenal sud et B1 pour le chenal nord.

58. On voit facilement que les mesures effectuées au point B2 n'indiquent pas le débit dans le chenal principal. Elles ne font que rendre compte du débit dans le thalweg et non dans le chenal principal d'une rive à l'autre. Cela est confirmé dans les tableaux. Ces mesures montrent que la largeur de la surface aux 8 et 10 mai 1998, dates pour lesquelles le tableau indique les débits les plus élevés, est de 77 mètres. C'est grosso modo la même largeur que celle qui est indiquée pour les mesures effectuées en saison sèche, par exemple les 11 et 19 février 1997. Il ne s'agit que d'une petite fraction de la largeur du chenal principal.

59. Comme vous pouvez le voir par une lecture horizontale de la première ligne des tableaux, le volume du débit est calculé en multipliant la largeur de la surface par la profondeur moyenne par la vitesse moyenne. Puisque la largeur de la surface mesurée par le Botswana ne constitue qu'une fraction de la largeur de la surface véritable du chenal principal, la section transversale utilisée est bien trop petite. Dès lors, les débits indiqués dans les tableaux sous-évaluent considérablement l'écoulement véritable dans le chenal principal.

---

<sup>79</sup>Réplique de la Namibie, deuxième supplément, par. 7.2.

60. Dans le chenal nord, c'est au point B1 que le Botswana a procédé à ses mesures. Comme M. Alexander vous l'a montré ce matin, ce point se trouve à l'entrée du chenal principal. A partir de là, une grande partie du courant ne poursuit pas sa route à travers le chenal nord mais le traverse et bifurque pour se jeter dans le chenal principal. Donc, les mesures prises au point B1 surévaluent sensiblement le débit réel du chenal nord.

61. Il n'y a aucun moyen de calculer le nombre précis d'erreurs que contiennent les mesures effectuées par le Botswana. A l'évidence, ces erreurs sont importantes. Il s'ensuit que les chiffres avancés par le Botswana ne peuvent être acceptés comme éléments de preuve des débits comparatifs dans les deux chenaux. En revanche, les mesures du débit effectuées par M. Alexander corroborent — et sont corroborées par — la masse d'éléments de preuve hydrologiques indiquant que l'essentiel du courant s'écoule à travers le chenal principal qui est situé au sud de l'île.

0 7 0

**5. Le chenal nord est un méandre de recouplement et, partant, ne peut être le chenal principal**

62. Jusqu'ici, j'ai traité surtout de l'hydrologie contemporaine du cours inférieur du Chobe en m'appuyant essentiellement sur les observations et l'analyse de M. Alexander.

63. M. Richards a examiné la situation du Chobe à la hauteur de l'île de Kasikili en se plaçant dans une perspective totalement différente. Il a analysé l'histoire géomorphologique de la région, les vastes forces de la terre et du climat qui ont déterminé sa forme actuelle. Il fonde très largement son rapport sur les données élaborées par M. Sefe, l'expert du Botswana, dans son étude des carottages effectués sur l'île. M. Richards trouve dans ces données anciennes une base totalement différente qui autorise à conclure que l'écoulement principal du Chobe passe au sud de l'île de Kasikili.

64. Selon M. Richards, le chenal nord est un méandre de recouplement. Il résulte d'une avulsion de la rivière qui s'est produite il y a un millier d'années. De nouveau, je sollicite l'indulgence de la Cour pour récapituler son analyse, voire présenter quelques-unes de ses illustrations.

65. Les boucles de méandres sont une caractéristique des rivières à faible pente. Sur la vidéo, nous en avons vu un exemple classique sur le tronçon du Mashu du Chobe, au nord des marais de Linyandi (n° 2.73). Il est clair que la rivière passe par la boucle du méandre et c'est là le chenal principal. Lorsque la rivière bifurque à la base de la boucle (n° 2.74), il n'y a plus d'écoulement passant par la boucle. Une grande partie passe par la nouvelle courbe à la base de la boucle. Celle-ci continuant à se creuser et à s'élargir avec le temps, le volume d'eau de la rivière qui y passe devient de plus en plus important. Une fois le processus achevé, la totalité du courant s'écoule par ce nouveau chenal. La boucle devient un bras mort (n° 2.75) puis finit par s'assécher complètement. Le nouveau chenal est devenu le chenal principal de la rivière.

66. C'est, selon M. Richards, le phénomène qui s'est produit et qui se poursuit autour de l'île de Kasikili. Les incidences en sont déterminantes dans la présente affaire. Du fait que le chenal nord est un méandre de recoupement, il ne peut, par définition, être le chenal principal. En même temps, le chenal situé à la base de la bouche du méandre au sud de l'île est par définition le chenal principal.

071

#### **6. Le centre du chenal principal**

67. Pour conclure, permettez-moi d'appeler l'attention de la Cour sur la seconde partie de la tâche d'interprétation dont elle est saisie. La première consiste, bien entendu, à identifier le chenal principal. C'est chose faite. La seconde consiste à localiser le *centre*, ou, dans le texte allemand, le thalweg du chenal principal.

68. Il est nécessaire, avant toute chose, de concilier ces deux textes par une interprétation qui ne porte atteinte ni au terme anglais ni au terme allemand. Le choix est double. «Centre», aux fins du traité pourrait, en principe, être considéré comme signifiant la ligne médiane géométrique de la rivière, équidistante des deux rives. Mais il peut aussi signifier le thalweg de la rivière. La première hypothèse — la ligne médiane géométrique de la rivière — serait contraire au texte allemand. On ne peut par aucune extension du sens du terme thalweg, qui est la ligne sinueuse reliant les points les plus bas d'un chenal, l'assimiler à la ligne médiane géométrique. Par contre, vous voudrez bien vous rappeler qu'hier, M. Delbrück a montré que, dans son acceptation juridique,

le terme anglais «centre» pouvait être synonyme de thalweg. Ainsi, dans la conclusion de la Namibie, la seule interprétation qui respecte le texte anglais et le texte allemand établit la frontière dans le thalweg du chenal principal.

69. L'emplacement du thalweg du chenal principal est de nouveau une question de fait. MM. Alexander et Richards avaient leur opinion à ce sujet.

70. (N° 2.76) La photographie prise en saison sèche figurant à l'écran montre un chenal étroit, sinueux, s'écoulant au sud de l'île. Comme nous l'avons vu, il s'agit du thalweg du chenal principal. Lorsque l'eau s'écoule dans le Chobe, elle remplit le chenal principal d'une rive à l'autre et recouvre le thalweg.

71. Mais il n'est pas nécessaire d'être un spécialiste de l'hydrologie pour comprendre ce phénomène. Près de ma maison dans les collines de Berkshire au Massachusetts, coule un petit ruisseau. Au printemps, à la saison des pluies, il est plein dans toute sa largeur et se déverse sur la colline. A mesure que les mois d'été passent, il commence à s'assécher et, vers la fin d'août, il se rétrécit et n'est plus qu'un minuscule serpentinement de quelques centimètres de large. Les lois élémentaires de la physique nous montrent que ce petit ruisseau suivra la ligne la plus basse du lit du cours d'eau. C'est le thalweg du cours d'eau. Le thalweg — la ligne qui relie les points les plus bas du lit du cours d'eau — se trouvera à l'intérieur de ce petit ruisseau.

0 7 2

72. (N° 2.77) Comme nous l'avons vu, voici le thalweg du chenal principal du Chobe. Au sens technique, le thalweg — et par conséquent la frontière — relie la ligne des points les plus profonds de ce chenal où est situé le thalweg.

73. Ainsi, la tâche d'interprétation que j'ai définie au début de ma plaidoirie est accomplie. Voici le chenal principal du Chobe à la hauteur de l'île de Kasikili. Voici «le centre» — c'est-à-dire le thalweg — «du chenal principal», et la frontière entre la Namibie et le Botswana autour de l'île de Kasikili.

Monsieur le président, ainsi prend fin mon exposé.

Le PRESIDENT : Je vous remercie beaucoup Monsieur Chayes La Cour reprendra ses travaux demain matin à 10 heures, mais devra en fait se réunir à 9 h 45 pour examiner une autre question relative à la *Demande en interprétation de l'arrêt du 11 juin 1998 en l'affaire de la Frontière terrestre et maritime entre le Cameroun et le Nigéria (Cameroun c. Nigéria)*, exceptions préliminaires (*Nigéria c. Cameroun*), afin d'entendre la déclaration solennelle des juges *ad hoc*. Cela prendra quelques minutes, et l'audience dans la présente affaire reprendra par conséquent à 10 heures demain matin. Je vous remercie beaucoup.

*L'audience est levée à 13 h 5.*

---