

REPUBLIK BURUNDI

EUROPÄISCHER ENTWICKLUNGSFONDS

STRASSENBAUMASSNAHME RN 19 & RN 13 RUYIGI – CANKUZO – MUYINGA

Entwässerung unter besonderer Berücksichtigung
entwicklungspolitischer Belange



Seminar Internationale Wasserwirtschaft, Mainz am 23. Februar 2006

1. Hauptdaten Republik Burundi:

Lage & Hauptstadt:

Übergang Zentral- zu Ostafrika, 2,2° - 4,3° südlich des Äquators

Hauptstadt Bujumbura (Regierungssitz sowie der Zentralverwaltung, Universität, internationaler Flughafen, Binnenhafen am Tanganyika-See)

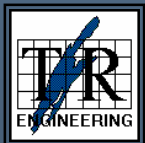
Nachbarländer:

W:	Demokratische Republik Kongo
N:	Republik Ruanda
S & O:	Republik Tansania

Geografisch-ökonomische Charakterisierung:

Binnenland, ohne eigenen Zugang zum Meer







Einwohner:

- ca. 6 700 000 E. auf einer Fläche von knapp 28 000 km² (Einwohnerdichte i.M. 241 E./km²)
- Landbevölkerung: ca. 92,2 %
- Stadtbevölkerung: ca. 7,8 %, davon 86 % (ca. 450 000 in der Hauptstadt Bujumbura)
- 50 % der Einwohner sind jünger als 16 Jahre

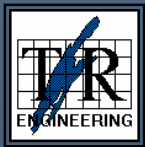
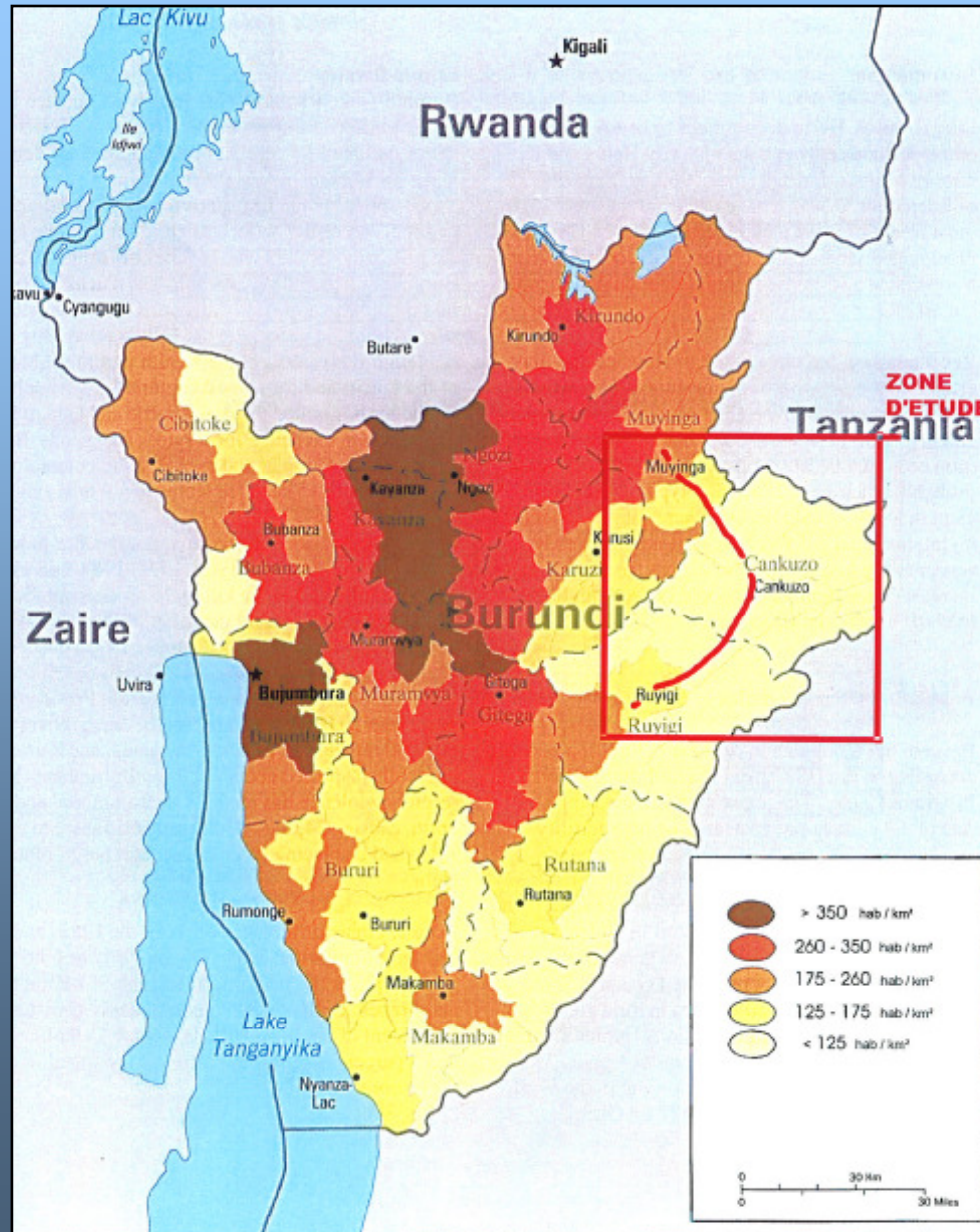
Geografische Besonderheiten:

- grosse Seenflächen im Westen (Tanganyika-See)
- die Hochebene der „Plateaux Centraux“ (2 000 – 2 500 m ü. NN) ist Teil der Wasserscheide zwischen den
- grossen Einzugsgebieten des Congo und des Nil
- der grösste Fluss Ruvubu gilt als eine der Quellen des Nils

Wirtschaftsgüter

- Tierhaltung, Getreide & Maniok (hauptsächlich Eigenbedarf)
- Kaffee, Tee, Baumwolle (fast nur Export)

Bevölkerungsdichte in den verschiedenen Provinzen



MAJOR AGRICULTURAL AREAS



Seminar Internationale Wasserwirtschaft, Mainz am 23. Februar 2006

2. Projekterwartungen (Projektion 2002 – 2029)

- Entwicklungsziele der östlichen Provinzen Ruyigi, Cankuzo und Muyinga
 - Stopp der Bevölkerungsflucht in benachbarte Provinzen oder nach Tansania (v.a. Ruyigi und Cankuzo)
 - Verbesserung der Nahrungsmittelversorgung der schnell wachsenden Provinz Muyinga
 - Verbesserung der Strassenanbindung der Provinzhauptstadt Cankuzo an die Landeshauptstadt Bujumbura
- Verstärkung der Landtransportachsen
 - im Norden über Ruanda, Uganda nach Kenia (Mombasa) und somit indirekter Zugang zum Indischen Ozean
 - im Zentrum / Osten zum Hafen von Dar-es-Salaam (Tansania) am Indischen Ozean
- Allgemeine entwicklungspolitische Ziele:
 - Verkehr = Handel (gilt auch für den lokalen und regionalen Warenaustausch)
 - Verbesserte Exportchancen für Kaffee und Baumwolle durch schnellere Anlieferung an den Flughafen von Bujumbura (sofern der Verfall der Weltmarktpreise gestoppt werden kann)
 - Heranführen der Wirtschaftsleistung von infrastrukturell benachteiligten Provinzen an den Landesdurchschnitt



Seminar Internationale Wasserwirtschaft, Mainz am 23. Februar 2006

- Quantifizierbare Vorteile des Ausbaus der RN 19 & der RN 13:

- Verringerung der Nutzungskosten (Schäden, Verbrauch, Ersatzteile)
- Zeitgewinn
- Schaffung von Arbeitsplätzen (durch Steigerung der lokalen und regionalen Wirtschaftsleistung, aber auch durch Bau & Unterhalt der Strassen)

- Nichtquantifizierbare Vorteile des Ausbaus der RN 19 & der RN 13:

- Herabsetzen der Unfallgefahr
- Bessere Aussichten im Kampf gegen die Landarmut
- Entwicklung der regionalen & nationalen Wirtschaft
- Erhöhung der Standortattraktivität für die Weggezogenen
- Besserer Zugang zu sozialen Dienstleistungen (Krankenhäuser, ärztliche Versorgung, Schulinfrastrukturen usw.)
- Förderung von Wirtschaftskomponenten, welche hauptsächlich von Frauen erbracht werden
- Verbesserung der Erreichbarkeit von Märkten und höheren Preisen



3. Verkehrssicherheit: Anforderungen an die Wasserwirtschaft

- Verkehrssicherheit durch adäquate Entwässerung des Strassenquerschnitts

- Bemessungskriterien: Wiederkehrzeit des Bemessungsereignisses kurzfristig 5 Jahre, langfristig 10 Jahre
- Abdeckung der Entwässerungsanlagen im Bereich der Ortsdurchfahrten
- (schnelle) Reparaturfähigkeit durch Anwendung örtlich anfertigbarer Bauweisen und schnell lieferbarer Materialien

Seminar Internationale Wasserwirtschaft, Mainz am 23. Februar 2006

Berücksichtigung des Bemessungskriteriums:

- Bemessungsniederschlag als Blockregen (Statistik: Wetterstation GITEGA 1986 – 1998):

T = 5 a: D = 5 min. N = 14,54 mm (oder ca. 485 l/s*ha)

T = 10 a: D = 5 min N = 18,19 mm (oder ca. 606 l/s*ha)

- Freibord bei der Bemessung auf 5 Jahre: 33 % der Höhe bei Vollfüllung
- Freibord bei der Bemessung auf 10 Jahre: 10 % der Höhe bei Vollfüllung

Alle Profile müssen beiden Kriterien genügen !!

- wirtschaftliche Bemessung
- erweiterbare Anforderung vom 5-jährigen auf das 10-jährige Ereignis





TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19



Seminar Internationale Wasserwirtschaft, Mainz am 23. Februar 2006

Berücksichtigung der örtlichen Fähigkeiten und Materialien:

- In der Provinz Muyinga gibt es mehrere Ziegeleien mit hoher Produktqualität
- weitgehender Verzicht auf teure Importware (Stahlrohre, Zement zur Betonherstellung)
- Sicherstellung des Unterhalts und der Reparaturen durch Einbeziehung lokaler Lateritabbaugruben und Steinbrüche in die Fertigung der Entwässerungsgegenstände
- einfache Bauweisen z.B. der nicht befestigten Grabenquerschnitte

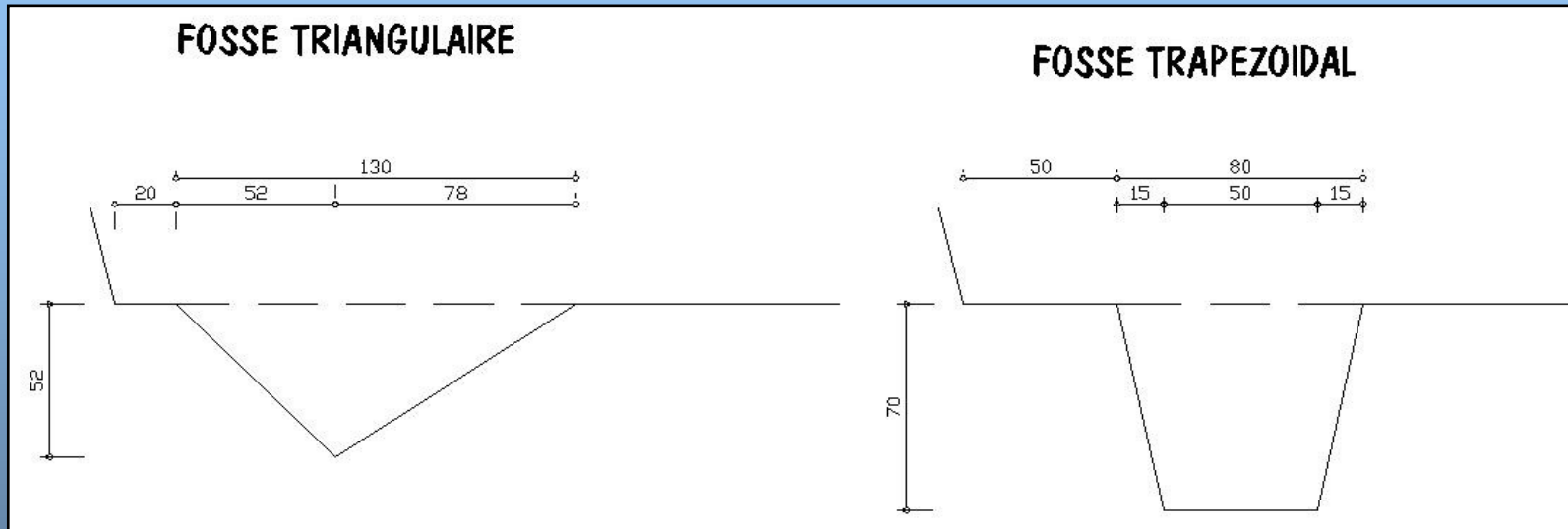




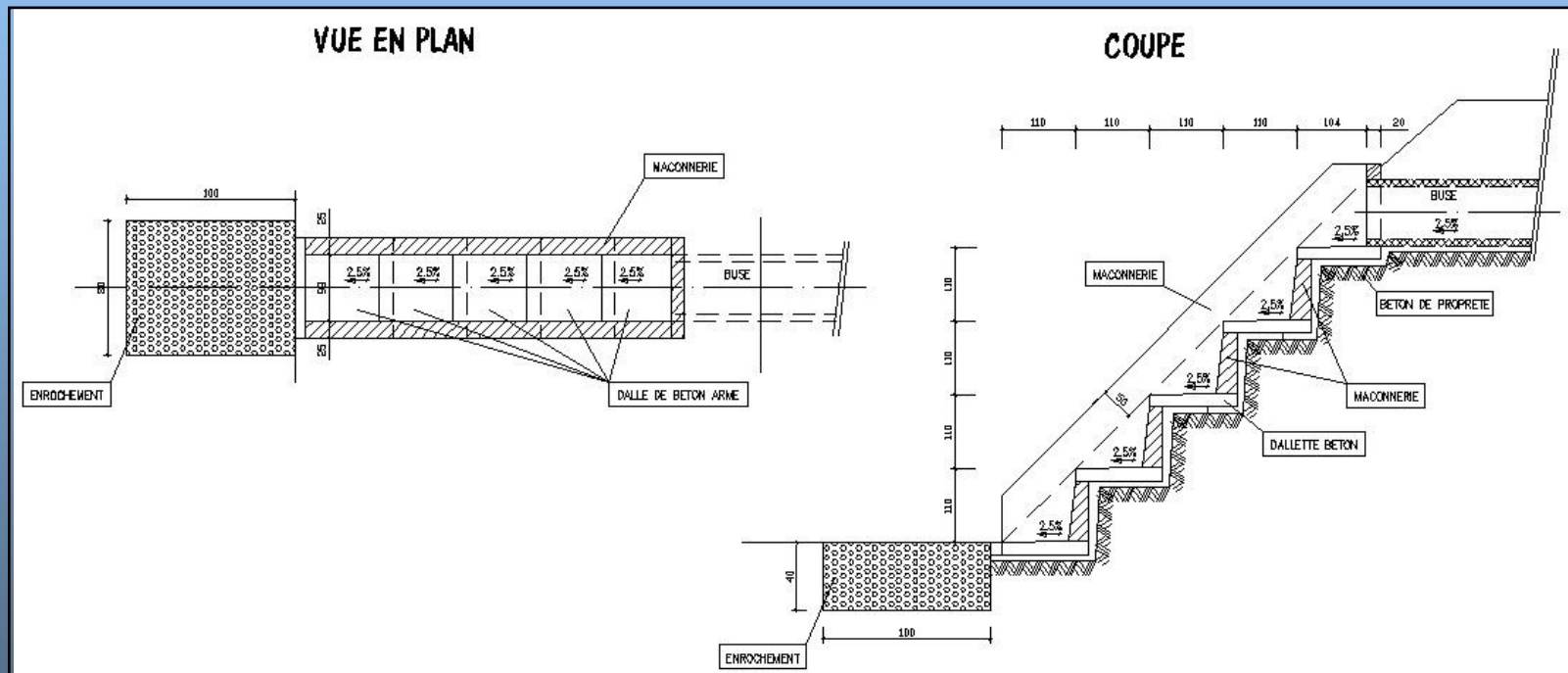
TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19



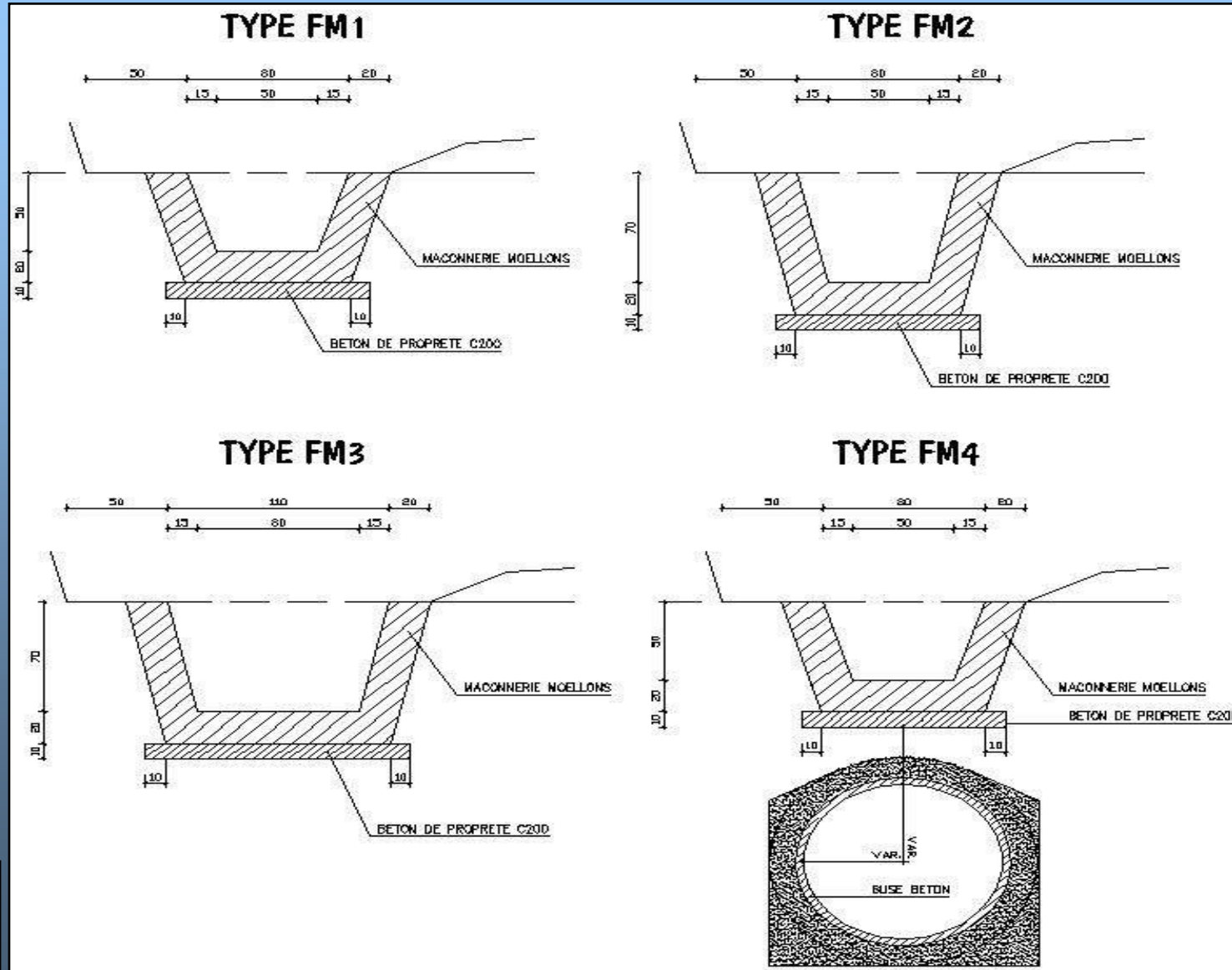
**Bauweisen der nicht befestigten Abfluss-
und Sammelgräben :**
Erdgräben in Dreieck- oder Trapezform



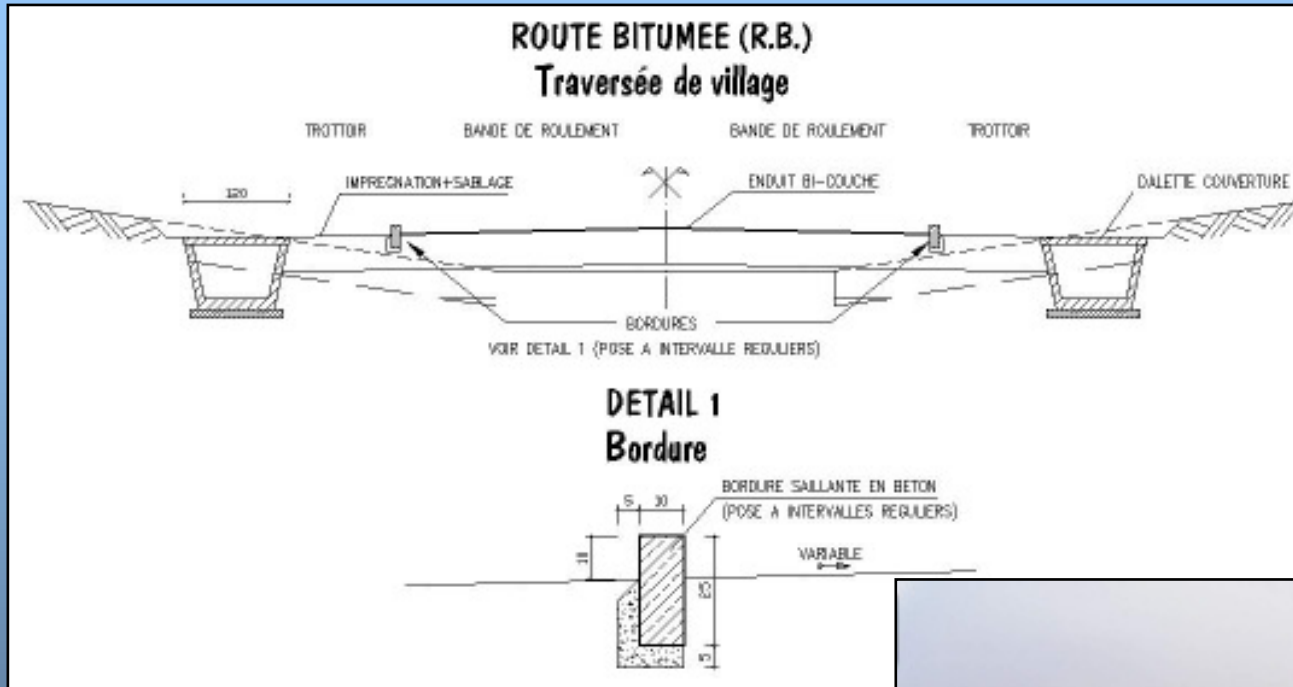
Entwässerung an Brückenbauwerken :
Absturzgerinne aus Mauerwerk mit Prallplatten aus Beton, Energiezehrung durch Felsbrocken



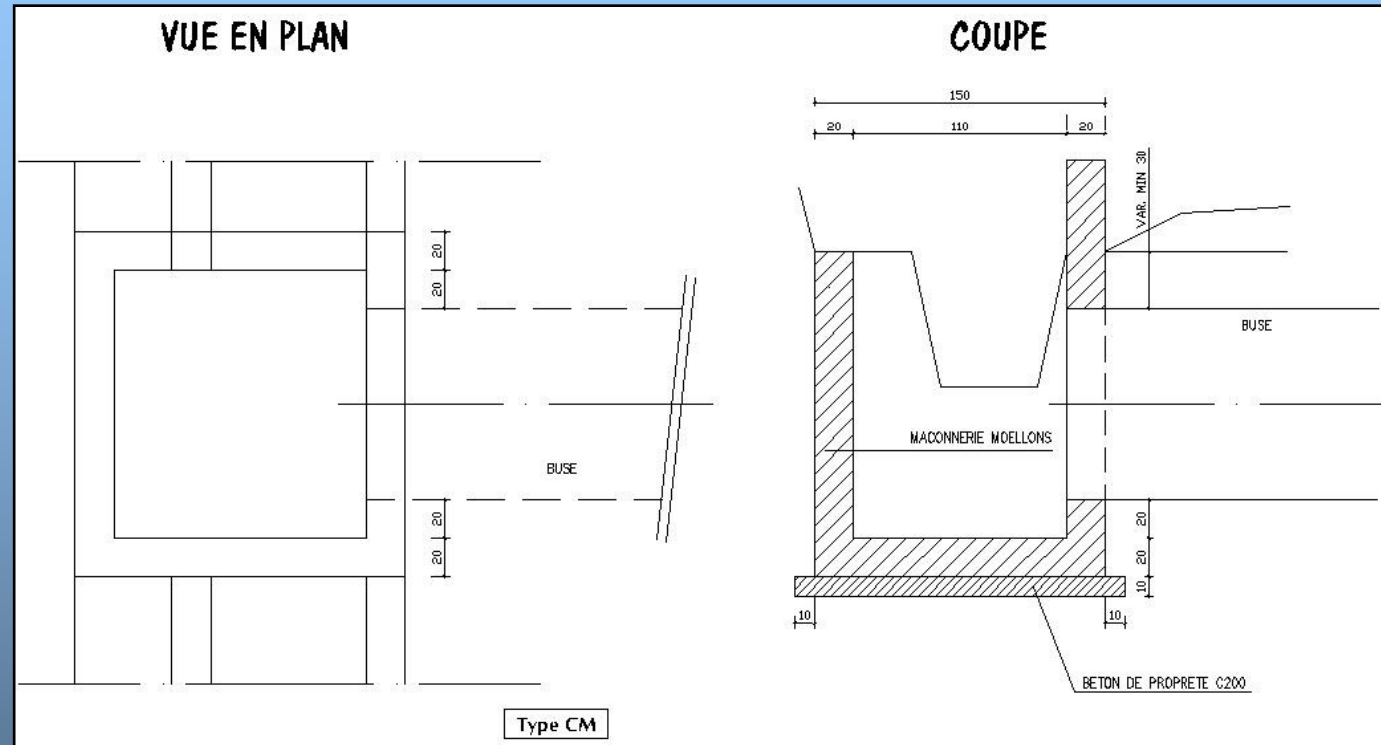
Transportgräben : Gemauert aus ortsüblichem Klinker



Abgedeckte Transportgräben :
Gemauert aus ortsüblichem Klinker



Schacht- und Einlaufbauwerke :
Gemauert aus ortsüblichem Klinker

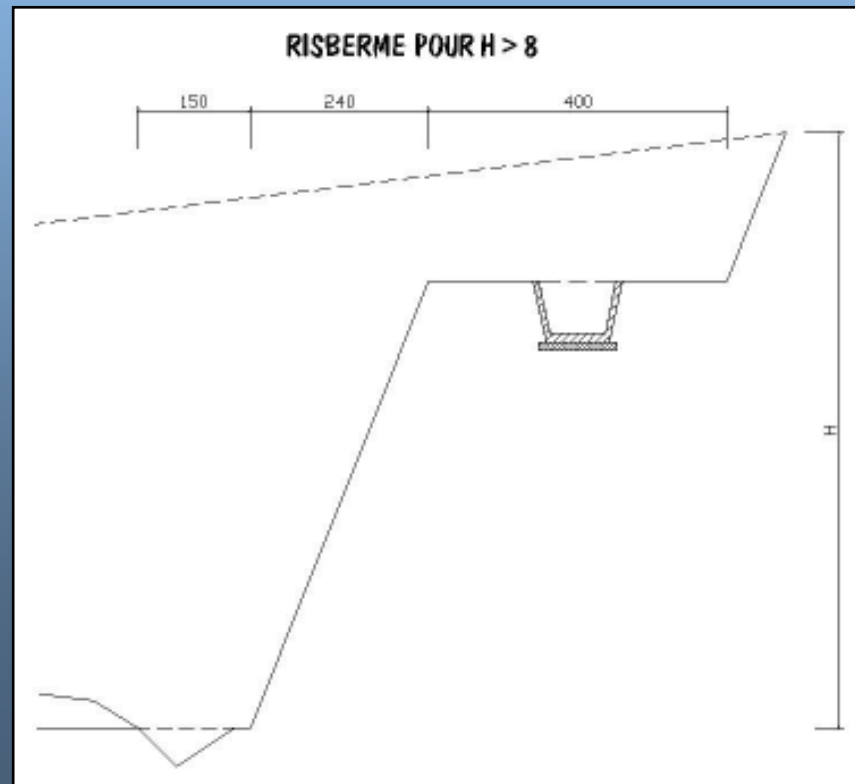


4. Umwelt- und entwicklungspolitische Anforderungen an die Wasserwirtschaft

- Vermeidung von Erosionserscheinungen und Hangrutschungen durch Böschungsabbrüche
 - Trennung des Abflusses aus Aussengebieten in Einschnittbereichen
 - Keine Abflusskonzentration bei den Bach- und Flusskreuzungen (Gefahr der Tiefenerosion sowie der Hangrutschungen)
 - Gestaltung der Durchlässe: einerseits keine Entwässerung fruchtbarer Talgründe, andererseits keine Vernässung von landwirtschaftlich genutzten Flächen (Wasserhaushalt der Talgründe)
 - wo möglich und sinnvoll sollte die Gestaltung der Abflussquerschnitte die weitere landwirtschaftliche Nutzung fördern und unterstützen (Reisanbau, Grabenbewässerung, Fischzucht)

Strasse im Einschnitt:

- Trennung des Abflusses aus Aussengebieten
- Vermeidung von Hangrutschungen
- Erhalt der Abflusskapazität zur eigentlichen Strassenentwässerung





TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19



5. Hydrologische Betrachtungen:

- Übliche Ansätze für natürliche EZG verschiedener Grössen:

*** EZG bis etwa 4 km²:** rationale Methode (vergleichbar einem Zeitbeiwertansatz)

Ergebnisse liefern planmässige Überschätzung der Abflüsse. Dies ist hinnehmbar, weil es sich um kleine Durchlass- oder Ableitungsbauwerke handelt, die zusätzliche Sicherheit kann etwaige Unterhaltsdefizite auffangen.

Anhaltswerte zum spezifischen Abfluss (l/s*km²):

T=20 a		T=50 a	
Tc		Tc	
Kirpich	Richards	Kirpich	Richards
min. 5.000	min. 3.100	min. 5.700	min. 3.500
max. 12.400	max. 7.900	max. 14.100	max. 9.000



*** EZG von etwa 4 km² bis etwa. 200 km²: Methode von ORSTOM-AUVRAY**

Ergebnisse liefern in breiten und flachen Talauen eine sehr grosse Überschätzung der Abflüsse, da in diese Berechnungsmethode auch die Hydrogeologie kaum Eingang findet. Dies wird auch von in-situ Messungen bestätigt (IGEBU-Gitega). Die Anwendung der Methode ORSTOM-AUVRAY im Burundi ist wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen.

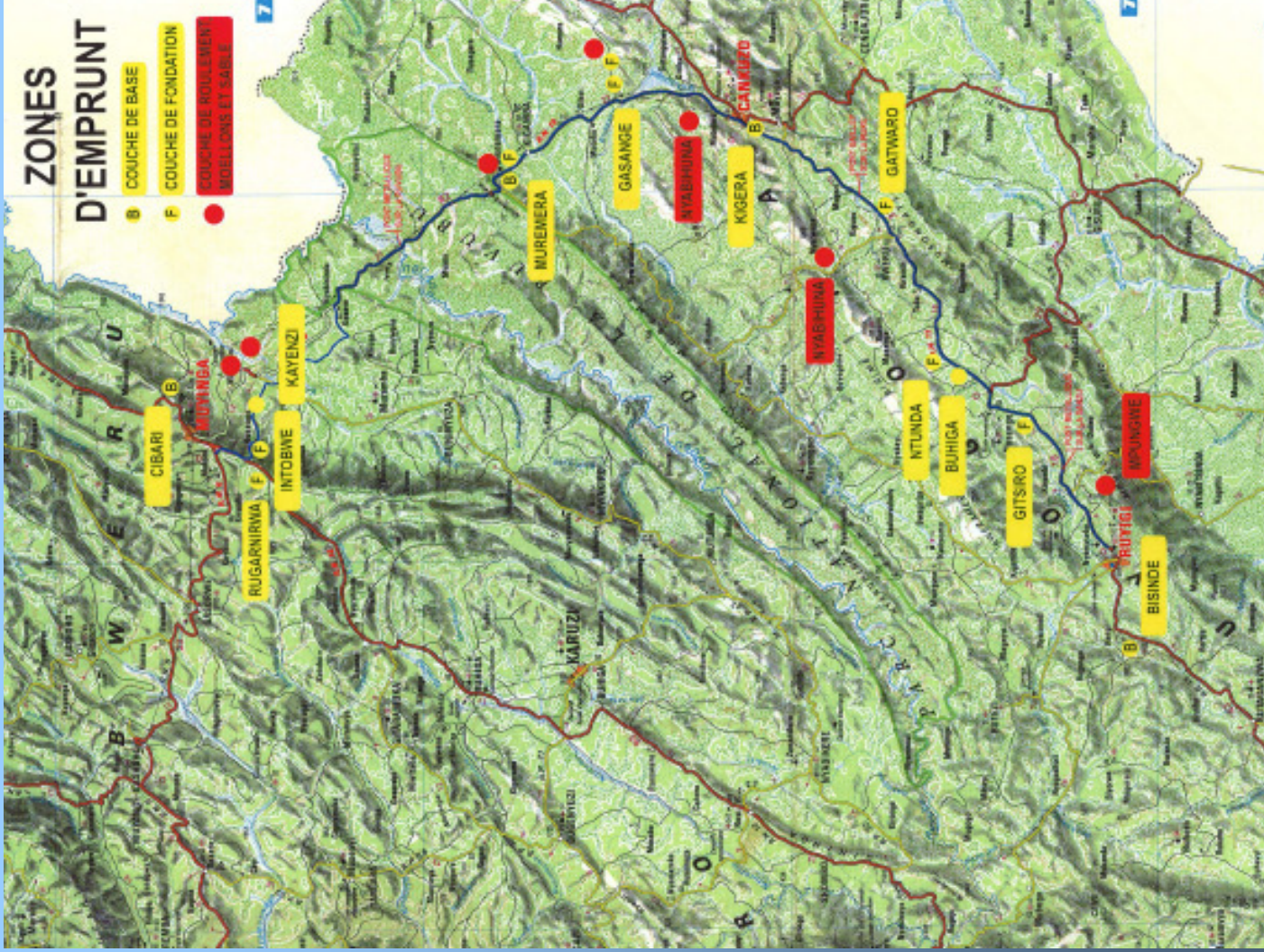
Stattdessen wurde beispielhaft eine N-A-Simulation an Hand eines typischen EZG (Sanzu) durchgeführt und auf alle ein Frage kommenden, gleichartigen EZG dieser Grösse angewandt.

Anhaltswerte zum spezifischen Abfluss (l/s*km²):

T=20 a		T=50 a	
ORSTOM	N-A-Modell	ORSTOM	N-A-Modell
min. 5.200	min. 290	min. 6.300	min. 350
max. 17.600	max. 1.800	max. 20.100	max. 2.200



TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19

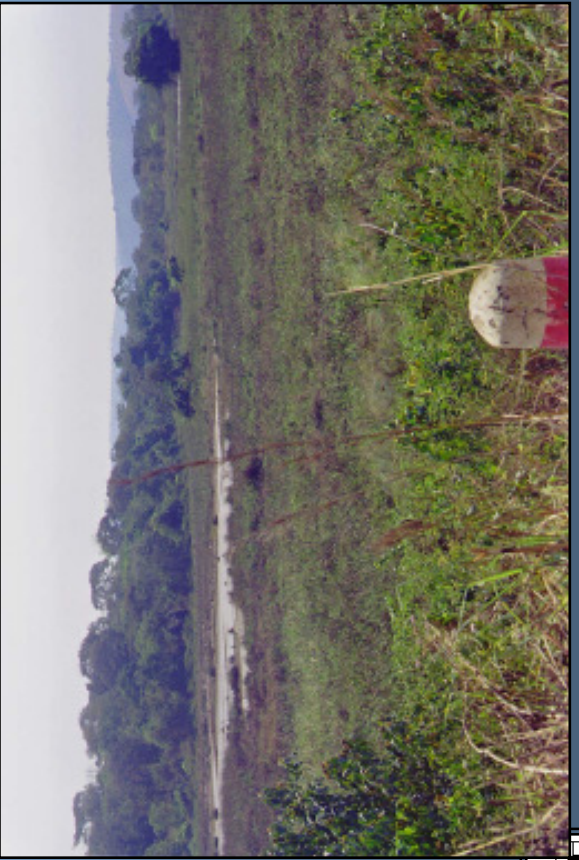




TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19



TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19



*** EZG über 200 km²: Statistiken / Messungen IGEBU-Gitega**

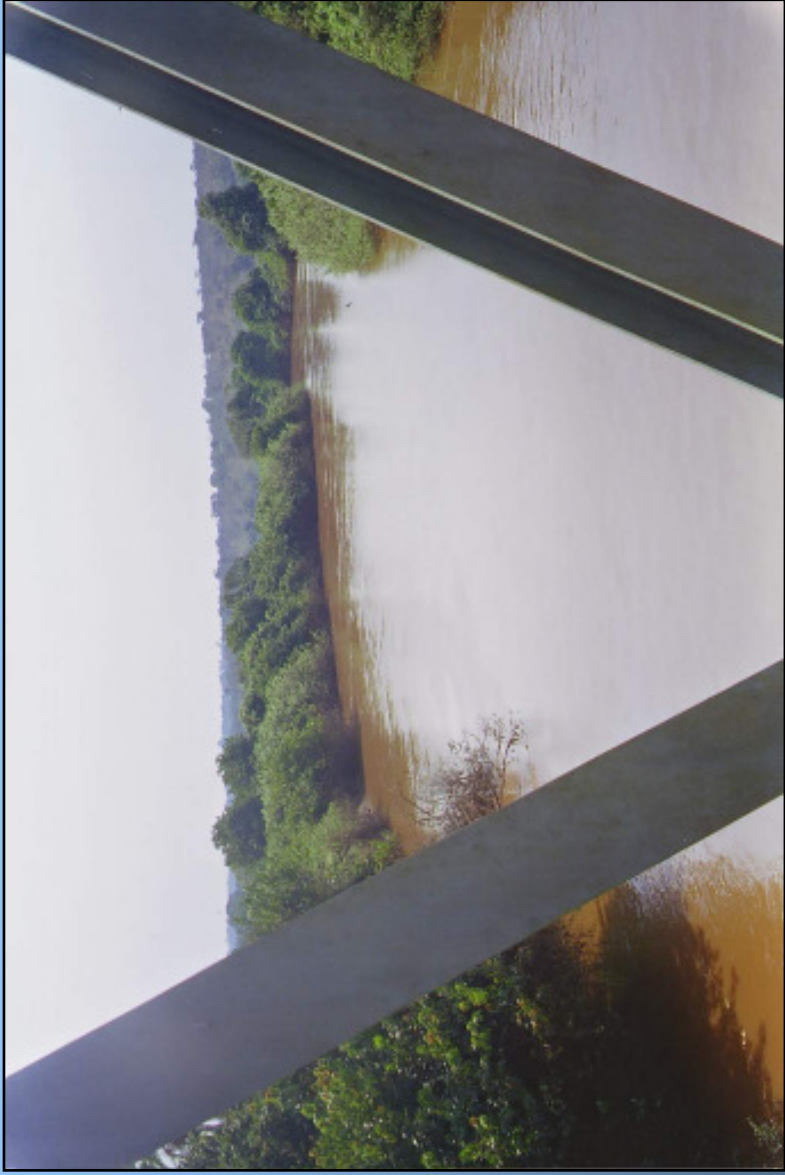
Nur ein EZG ist grösser als 200 km², und zwar das EZG der RUVUBU, welches auf 6.413 km² Fläche am Kreuzungspunkt mit der RN13 kommt.

Anhaltswerte zum Abfluss [m³/s] resp. [l/s*km²]:

Messungen 1975-1984 Statistik 1975-1998

T= 10a	118 – 18,4	240 – 37,4
T= 50a	220 – 34,3	299 – 46,6
T=100a	260 – 40,5	323 – 50,4

(Fließgeschwindigkeiten am Messpunkt: 0,81 bis 1,03 m/s)



TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19



6. Besonderheiten bei der Bemessung der Kreuzungsbauwerke:

* EZG bis 4 km²:

- I hydraulische Bemessung nach der rationalen Methode
- II Bemessung: $T=20a$, max. 75 % Vollfüllung
- III Anwendung der (n-1)-Regel zur Verringerung der Versagenswahrscheinlichkeit





TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19



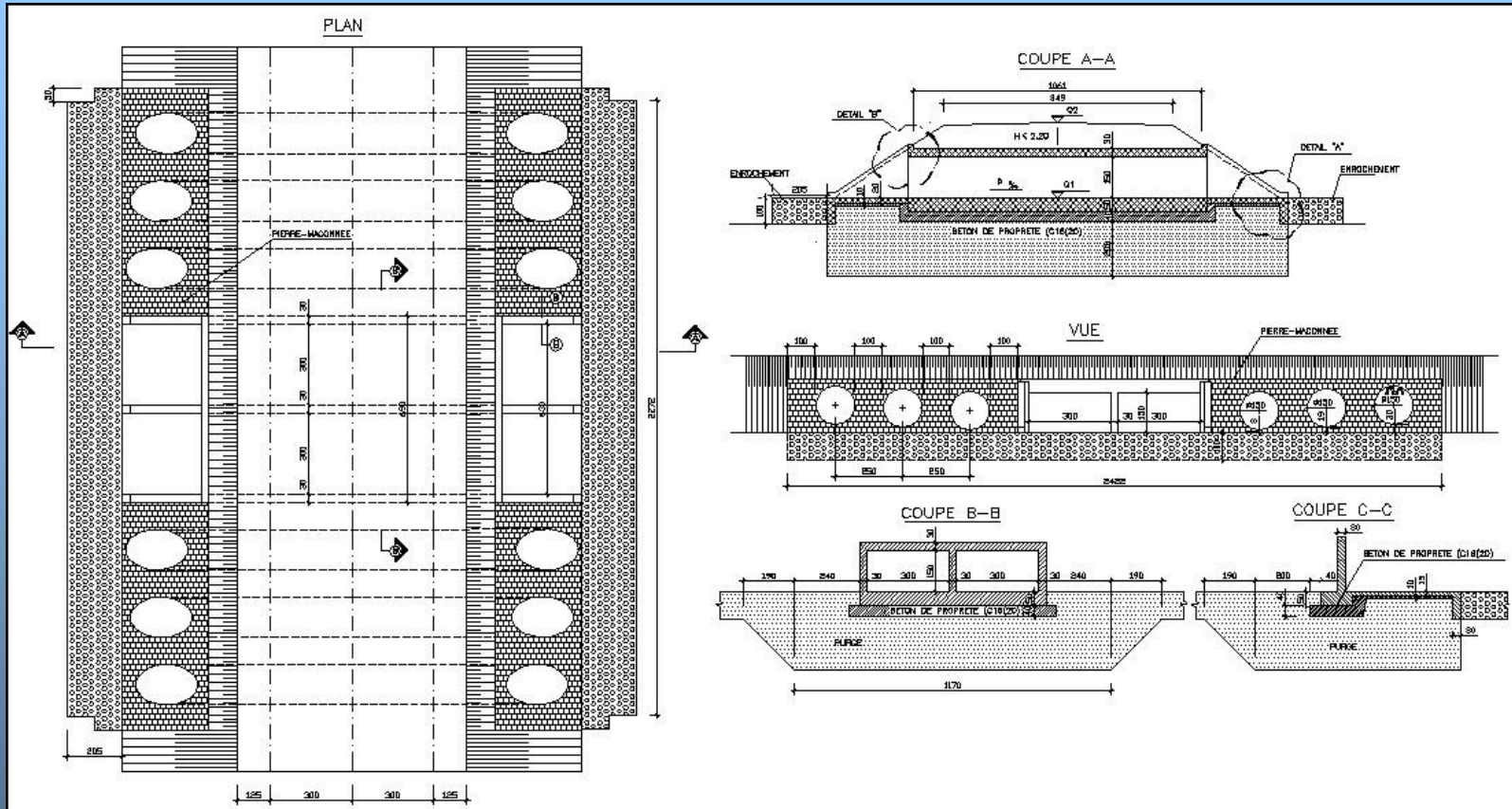
*** EZG von 4 km² bis 200 km²:**

- I hydraulische Bemessung nach den Ergebnissen der N-A-Simulation
- II Bemessung: $T=20a$, max. 80 % Vollfüllung
- III Berücksichtigung des Sedimentationseffektes in Höhe von 33% der theoretischen Abflussleistung
- IV Anwendung der (n-1)-Regel zur Verringerung der Versagenswahrscheinlichkeit
- V unter Betracht der Punkte i bis iii muss die Breite aller Durchlässe an einem Kreuzungspunkt einer Maximalgeschwindigkeit von 1,30 m/s Rechnung tragen. Normalerweise ergeben sich daraus aus konstruktiven Gründen mehr als 2 Abflusssektionen
- VI (nur für spezielle EZG) die sich aus Punkt v ergebenden Abflussprofile sollen in variable Höhe angeordnet werden, um später den Reisanbau zu ermöglichen

*** EZG über 200 km² (RUVUBU):**

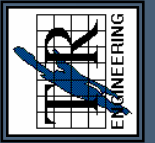
kein Handlungsbedarf, der vorhandene Querschnitt ist ausreichend dimensioniert.

Typenprofil (n-1)-Regel sowie Abflussquerschnitte
in variabler Höhenlage





TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19





TRAVAUX DE CONSTRUCTION RN 13 ET 19

