

var. b - le prix individuel du volume réciproque des prélèvements continus "PII".

Le prix individuel "PII" est déterminé comme la fraction respective des frais annuels complexes " FAC_{H1} " concernant le prélèvement continu de l'alimentation en eaux de la ville respective, divisé par la quantité d'eau prélevée dans l'année correspondante. La fraction respective " FAC_{H1} " est constante, étant déterminée d'après lesquels sont proposées les dimensions des retenues. Vu que les prélèvements des eaux de surface brutes augmentent graduellement pendant les premières années d'exploitation, dans ce rapport vont changer aussi les prix individuels des eaux. Dans les avénirs lointains le $PII = CPI$ (voire Annexe B).

Dans le prix de l'eau potable CP_4 , calculé dans le cadre de l'évaluation économique des aménagements d'approvisionnement en eau potable on indique aussi le prix PII dans l'année d'horizon, l'an 2 000. Après cette année il sera nécessaire d'agrandir les capacités des principaux aménagements d'alimentation en eau potable.

Dans le tableau N° 48 est calculé le coût moyen de l'eau potable pour les quatre villes: Labé, Pita, Gaoual et Tougué dans l'année d'horizon: $417,0 \text{ US\$} / 10^3 \text{ m}^3$. Vu que les coûts varient entre $365 - 600 \text{ US\$} / 10^3 \text{ m}^3$ et que dans les premières années d'exploitation ces coûts sont même plus hauts, dans l'évaluation des systèmes hydrauliques (art. 12;2) on valorise l'eau potable par le prix: $PM_4 = 500 \text{ US\$} / 10^3 \text{ m}^3$.

5.4. Valeur de la régularisation des débits pour la navigation

Lors de l'aménagement hydraulique FELLO SOUNGA sur la Tominé, on envisage la régularisation du débit pour rendre navigable le fleuve Koliba. En prenant en considération qu'il existe des variants de l'exploitation des eaux des retenues, surtout en irrigations et dans les industries, l'eau garantie a la même valeur pour la navigation que pour les autres utilités. De ce fait, dans la variante de base, elle est valorisée d'après les

principes indiqués dans l'article 5.1. avec le prix unitaire de l'eau de surface.

Dans le calcul de l'efficacité économique absolue on évalue aussi des variantes:

- avec un prix de l'eau pour la navigation abaissé approximativement sur le niveau de coût respectif de l'eau,
- sans valorisation des effets pour la navigation, c'est à dire en considération l'effet pour la navigation comme un effet accessoire.

5.5. Valeur de l'augmentation de la production agricole et valeur des eaux d'irrigations

Dans le tableau N° 28 sont indiqués les prix des produits agricoles guinéens les plus importants, selon les données de la section du plan du Ministère de l'Agriculture des Eaux et Forêts et de FAPA à Conakry. Les prix sont en monnaie locale, pour l'évaluation économique ils sont convertis par rapport $1 \text{ US } \$ = 20 \text{ Syllis}$.

Dans le tableau 29 est le calcul de l'accroissement de la production agricole des périmètres particuliers. Les suppositions de la fraction de cet accroissement dû aux irrigations sont indiquées au tableau. On a repris les prix manquant des données de l'Energoprojekt en tenant compte de l'actualisation des prix connus des autres produits agricoles, voir tableau N° 30.

Tableau N° 28

LES PRIX DES PRODUITS AGRICOLES

Nature	Vente E.R.C. aux consom- mateurs syllis/kg	Cession P.R.L. aux E.R.C. syllis/kg	Prix d'achat aux producteurs par P.R.L.	
			Syllis/kg	US\$/t
RIZ NET	20	18	15	750
RIZ PADDY	13	11	9	450
FONIO NET	18	16	13	650
FONIO PADDY	9	7	5	250
MAIS	9	8	7	350
ARACHIDE DECOURTIQUE	10	9	8	400
ARACHIDE EN COQUE	9	7	6	300
MIL, SORGHO	10	8	7	350
NIEBE	10	8	7	350
MANIOC SEC	9	7	5	250
POMME DE TERRE	20	18	15	750
PATATE	9	7	5	250
OIGNON	15	13	10	500
PALMISTES	95	75	60	3000
CAFE ROBUSTA	200	185	170	8500
CAFE ARABICA	210	190	180	9000
GRAINS DE NERE	85	80	75	20000
ESSENCES D'ORANGE	2225	2200	2000	100000

PRODUIT	VALEUR DE LA PRODUCTION PAR HECTAR			PLAINE KANAYA ET VALEE SALA			SIPAR ET LAKE SUD			PLAINE KOLLOUN ZONE BASSE						PLAINE KOLLOUN HAUTE ZONE			PLAINE DOMBELE			PLAINE TIMBIS			KOUNDARA ET GAOUAL			KORA ET KOLLENTÉ			
	Produc- tion	Prix du pro- duction	Valeur brute de la pro- duction			Valeur moyenne de l'accro- issement, PM5 US \$/ha			Valeur moyenne de l'accro- issement, PM5 US \$/ha			Valeur moyenne de l'accro- issement, PM5 US \$/ha			Valeur moyenne de l'accro- issement, PM5 US \$/ha			Valeur moyenne de l'accro- issement, PM5 US \$/ha			Valeur moyenne de l'accro- issement, PM5 US \$/ha			Valeur moyenne de l'accro- issement, PM5 US \$/ha			Valeur moyenne de l'accro- issement, PM5 US \$/ha				
				%	N		%	N		%	N		%	N		%	N		%	N		%	N		%	N		%	N		
				t/ha	US \$/t		US \$/ha	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%		N	%	N	%
Riz	3,0	750	2 250	30	1,3	877,5	-	-	-	18	1,0	405,0	40	0,3	270,0	675,0	22	1,3	643,5	28	1,3	819,0	30	1,3	877,5	25	1,5	843,8	35	1,0	787,5
Maïs	5,0	350	1 750	30	1,3	682,5	-	-	-	22	1,0	385,0	-	-	-	385,0	12	1,3	273,0	12	1,3	273,0	35	1,3	796,3	25	1,5	625,3	20	1,0	350,0
Arachides	6,0	300	1 800	10	1,3	234,0	-	-	-	-	-	-	10	0,3	54,0	54,0	8	1,3	187,2	10	1,3	234,0	-	-	-	35	1,5	945,0	20	1,0	360,0
Tubercules (manioc)	7,5	250	1 875	10	1,3	243,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1,3	243,8	-	-	-	-	-	15	1,0	281,3
Vergers	42,0	360	15 120	-	-	-	100	1,3	19 656,0	-	-	-	-	-	-	-	8	0,3	362,9	-	-	-	10	0,3	453,6	15	1,5	3 402,0	10	1,0	1 512,0
Legumes	20,0	180	3 600	-	-	-	-	-	-	15	1,0	540,0	-	-	-	540,0	8	1,3	374,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potates	20,0	250	5 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0,3	150,0	150,0	10	1,3	650,0	9	1,3	585,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coton	2,0	1 600	3 200	-	-	-	-	-	-	5	1,0	160,0	15	0,3	144,0	304,0	7	1,3	291,2	10	1,3	416,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tobac	1,5	1 800	2 700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1,3	245,7	10	1,3	351,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Boya	2,5	480	1 200	-	-	-	-	-	-	15	1,0	180,0	15	0,3	54,0	234,0	10	1,3	156,0	11	1,3	171,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ricin	2,5	480	1 200	-	-	-	-	-	-	15	1,0	180,0	-	-	-	180,0	8	1,3	124,8	10	1,3	156,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fourrage (sorgho)	2,5	350	875	20	2,3	402,5	-	-	-	10	2,0	175,0	10	0,3	26,3	201,3	-	-	-	-	15	2,3	301,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Fourrage intermédiaire	2,5	350	875	-	-	-	-	-	-	15	1,0	131,3	-	-	-	131,3	-	-	-	-	30	1,0	262,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Total				100		2 440,3	100		19 656,0	115		2 156,3	100		698,3	2 854,6	100		3 308,7	100		3 005,6	130		2 935,6	100		5 816,1	100		2 290,8

$$\phi PM5 = 0,4 \times 2.854,6 + 0,6 \times 3.308,7 = 3.127,1 \text{ US \$ /ha}$$

N accroissement de la production agricole par l'effet des irrigations

Note: 1/ Les irrigations permettent d'augmenter la production en saison sèche de 100% et dans la saison de pluies de 30%/Koundara et Gaoual de 50%, Kora et Kollenté de 0% /

2, La production du fourrage dans la période de sécheresse va augmenter de deux récoltes et dans la période de pluies des trois récoltes, une va augmenter de 30%/Koundara et Gaoual de 100% /

3, Dans la plaine Kolloun 40% des surfaces sont dans la zone basse et 60% dans la zone haute

4, Les prix manquants de la production et les rendements annuels sont repris du dossier E.G.P. Belgrade/plaine Kolloun, 1971 en respectant le flux financier /

Tableau N° 30

Produit	Prix 1971		Prix 1980	Coefficient d'accroissement
	FG/t ^{x/}	US\$/t	US\$/t	
riz	45 000	180	750	4,2
maïs	40 000	160	350	2,2
arachides	35 000	140	400	2,9
patates	15 000	60	250	4,2
sorgho	35 000	140	350	2,5

x/ Rapport: 1 US\$ = 250 FG

La valeur des eaux d'irrigation est déterminée de la même manière que dans l'article 5.3. C'est la somme du prix des eaux de surface brutes et des frais complexes annuels des ouvrages qui garantissent aux aménagements particuliers l'amenée et la distribution sur la localité irriguée. Dans certains cas (plaine Kolloun, et la plaine Dombélé) sont aussi optimisées des solutions sur la base des critères des frais complexes annuels minimaux.

Le prix des eaux de surface des retenues à buts multiples, même lors de l'évaluation des aménagements hydro-agricoles, est supposé en deux variants:

var. a - prix unitaire "PMO" déterminé dans l'article 5.2.

var. b - prix individuel de la fraction respective des prélèvements saisonniers "PI2"

Le prix individuel "PI2" est déterminé comme la fraction respective des frais annuels complexes "FAC_{H2}" concernant les prélèvements saisonniers, divisé par la quantité du prélèvement des eaux d'irrigations. La fraction respective "FAC_{H2}" est constante

parce qu'elle est déterminée selon le volume des prélèvements en avenir lointain, d'après lequel sont envisagées les capacités des retenues. Dans les cas d'irrigation de la surface totale du périmètre respectif, le $PI2 = CP2$, c'est à dire au coût résultant des aménagements hydrauliques indiqué aussi dans le tableau N° 23 pour chaque aménagement hydraulique particulier.

5.6. Délai prévu de la réalisation des recettes

Dans l'estimation nous supposons que la production de l'énergie électrique sera exploitée de pair avec la mise en service des groupes électrogènes. Dans le cas d'un surplus de l'énergie produite par les centrales hydroélectriques on abaissera la production dans les centrales thermiques, ce qui va permettre de faire des économies des carburants importés de l'étranger.

La consommation des eaux brutes, de l'eau potable et des eaux pour les industries est établie pour l'année d'horizon, l'an 2000, éventuellement pour l'avenir lointain que l'on suppose l'an 2010.

Pour cela nous supposons (à condition que les aménagements soient mis en service à n'importe quelle année) une augmentation échelonnée sur 10 ans, où la consommation de l'année d'horizon et dans la décennie suivante au niveau de "l'avenir lointain".

Dans le cas d'alimentation en eau d'irrigation, nous supposons que la première localité du périmètre sera irriguée et mise en valeur dans l'année qui suit après la fin de la construction de l'ouvrage hydraulique. On prévoit aménager 750 - 1100 hectares par an des terres irriguées.

6. REPARTITION DES FRAIS POUR LES AMENAGEMENTS
POLYVALENTS

La répartition des frais pour les aménagements polyvalents comprend une répartition idéale des coûts d'investissement et des frais annuels des ouvrages communs pour chaque but. Les ouvrages communs comprennent le barrage avec tous ses accessoires, y compris le bâtiment administratif, la voie d'accès, les investissements territoriaux engendrés, les bâtiments provisoires et autres.

Le but de la répartition est:

- rendre possible le calcul des frais unitaires (d'investissements et annuels) qui sont liés à l'unité de capacité et de production pour l'effet respectif et qui sont comparables aux frais spécifiques d'autres aménagements,
- rendre possible la justification complexe de l'efficacité d'un autre investissement (par exemple, l'alimentation en eau d'une certaine région, des investissements pour l'irrigation ou la construction d'une grande entreprise industrielle) qui conditionne un aménagement hydraulique, assurant la quantité d'eau ou d'énergie électrique nécessaires, qui ne peuvent pas être assurées des sources existantes.

Le but de la construction des aménagements hydrauliques est d'obtenir deux produits principaux: l'eau^x et l'énergie électrique, où l'eau se distingue qualitativement d'après le lieu, le mode et la garantie des prélèvements (voir article 5.2.).

^{x/} Sous cette dénomination l'eau devient un produit quand elle est présente en un lieu déterminé, en quantités et période exigée. De ce fait comme un produit elle est différente des eaux dans la nature.

De ce fait la répartition des frais a deux phases:

- le détachement de la fraction des frais des ouvrages communs qui incombent l'effet énergétique de la localité,
- la répartition des frais restants des ouvrages communs qui incombent les effets hydrauliques, c'est à dire les espèces particulières des eaux livrées. /xx

Les méthodes de répartition énoncées dans le suivant se font valoir seulement dans les calculs du coût de l'eau et de l'énergie hydroélectrique des aménagements hydrauliques des deux premières catégories (d'après le chapitre 3).

Lors du calcul des indices de l'efficacité naturelle il serait possible de faire valoir une méthode plus simple mais moins objective, en appliquant la méthode de la répartition des frais proportionnellement au volume de la cuvette, volume qui serait nécessaire pour arriver à l'effet donné dans un aménagement monovalent construit sur un lieu donné. Pour caractériser les préférences avantageuses de chaque site les meilleurs caractéristiques sont données des calculs à partir des suppositions d'une exploitation monovalent de la localité, qui donnent les meilleurs point de vue réciproquement comparables et ce sont:

- la caractéristique hydraulique, en admettant que le seul but de la construction du barrage est dans la régularisation des débits,

xx/ Quand on parle de livraison des eaux de surface, en général, on comprend les possibilités de son prélèvement en quantité, mode et période exigée, à partir de la retenue ou dans le cours d'eau aménagé en aval, Si la même organisation administre aussi d'autres aménagements qui sont capables de garantir l'amenée, le traitement et la distribution jusqu'au lieu de consommation il s'agit déjà d'eaux qualitativement différentes (eaux potable, eaux d'irrigations).

- la caractéristique énergétique en admettant que le seul but de cet aménagement est dans l'exploitation énergétique du cours d'eaux.

Dans les deux cas, il va de soi que, en reliant les deux buts utilitaires, les caractéristiques calculées vont s'améliorer. Dans l'exploitation totale des possibilités présentes dans la localité étudiée, cette amélioration va augmenter jusqu'au double des valeurs calculées pour des ouvrages monovalents. Les caractéristiques énergétiques déterminées pour les aménagements hydro-énergétiques monovalents peuvent s'empirer, en une liaison avec l'exploitation hydraulique d'une certaine localité, seulement par des prélèvements directs de la retenue. Mais ces prélèvements sont toujours prioritaires à la production de l'énergie électrique.

6.1. Méthode de répartition des frais sur les effets énergétiques

En pratique on utilise beaucoup de méthodes de répartition des frais. Economiquement "la plus juste" est la méthode de répartition selon la valeur des produits particuliers, quand il est possible de déterminer cette valeur objectivement, c'est à dire en toute indépendance de l'aménagement évalué. Comme il ressort du chapitre 5. et de l'article 5.1., dans les conditions données il nous est possible d'établir objectivement seulement la valeur de l'énergie électrique produite, alors que la répartition sert justement à la détermination de la valeur des eaux qui dépend des coûts des aménagements étudiés et de l'application de la méthode de répartition.

Pour l'ultime alternative des cinq sites prioritaires, en comparaisons sera élaborée aussi la répartition des frais en rapport des recettes déterminées sur la base des prix supposés

des eaux de surface et de l'énergie hydroélectrique (voire tab.N°51)

Pour plusieurs sites évalués et leurs alternatives de volumes on présente la somme des frais alternatifs sans exploitation énergétique et aussi avec cette exploitation.

La répartition des frais est fondée sur les principes suivants:

- 1./ Quand l'effet hydraulique doit être le principal, l'ajoutement d'un effet suivant (énergétique) ne devra pas causer un aggravement de l'efficacité économique de l'effet principal, c'est à dire l'augmentation du prix des eaux.
- 2./ L'alliance de deux effets doit être avantageuse pour chaque effet particulier on partage le bénéfice.
- 3./ L'effet énergétique ajouté doit remplir la condition fondamentale de l'efficacité économique. C'est à dire que le coût du courant électrique produit ne doit pas être supérieur que sa valeur qui est exprimé à l'aide du prix unitaire moyen d'après l'article 5.1. Les frais annuels complexes des ouvrages spéciaux énergétiques devraient être inférieurs que les recettes du courant produit:
$$FAC_S < R3 \quad \text{ou: } CP3_S = FAC_S : W < PM3$$
- 4./ Quand l'effet énergétique ajouté, pour une cause quelconque ne remplit pas la condition fondamentale citée de l'efficacité économique (alinéa 3.), quoiqu'il ne reprend aucune fraction des frais des aménagements communs, il est nécessaire de respecter les conditions citées dans l'alinéa 1.
- 5./ Quand l'effet énergétique ajouté va nécessiter un agrandissement du volume de la cuvette et de ce fait aussi l'augmentation des frais annuels complexes de ces aménagements (désignés comme "d FAC_C ") devra être à la charge de l'effet ajouté.

- 6./ Quand l'effet énergétique est si grand, que $R3 - FAC_s > 2 FAC_c$, les prélèvements des eaux s'avantagent de la façon que dans leur coût on ajoute seulement 25% des FAC_c des ouvrages communs, quoique pour obtenir l'effet hydraulique soit nécessaire tout le volume de la cuvette.
- 7./ Quand l'effet hydraulique est petit (ne nécessitant pas tout le volume de la retenue, ou bien la valeur utilitaire de l'eau est limitée, la répartition individuelle des frais sera mise en valeur. Le coefficient de répartition sur les effets hydrauliques CRH va se diminuer proportionnellement de manière que les coûts des eaux de surface fassent environ 50-100% du coût valable (ou du prix projeté moyen).

L'aboutissement de l'effet énergétique est conditionné par la concentration des écoulements, la régularisation des débits et aussi par l'aménagement d'un espace de réserve qui permettra l'ajustement des débits dans le cas des régimes d'exploitation maximale des capacités de la centrale. Quand la retenue dans son volume proposé est nécessaire à satisfaire les besoins en eaux, nous considérons d'après l'alinéa 2./ comme justifié, que l'effet énergétique contribue de la moitié de ses bénéfices nets à "payer" les conditions créées pour la construction d'une centrale hydroélectrique et ainsi à l'abaissement des coûts des eaux de surface. Le bénéfice net est donné par la différence des recettes du courant produit et les frais annuels complexes de ces propres ouvrages, c'est à dire des ouvrages spéciaux:

$$BN3 = R3 - FAC_s.$$

Comme il ressort de l'introduction au chapitre 6.0. les ouvrages d'aménagement hydraulique se partagent en:

- ouvrages communs (le barrage, les ouvrages annexes et tout les aménagements du territoire),
- ouvrages énergétiques spéciaux, comprenant tous les aménagements qu'il faudra ajouter si on veut atteindre l'effet éner-

gétique respectif (la centrale électrique elle-même, ses équipements, la distribution du courant, la conduite d'amenée avec la chambre d'équilibre et les vannes, éventuellement l'approfondissement du lit d'évacuation).

Dans cette répartition on doit calculer aussi:

- les coûts du premier investissement $CI = CI_C + CI_S$
- les frais de renouvellement $Fr = Fr_C + Fr_S$
- la longévité économique moyenne des ouvrages communs et spéciaux $TV_C = CI_C : Fr_C$
 $TV_S = CI_S : Fr_S$
- les frais annuels complexes $FAC = FAC_C + FAC_S$

A partir de la solution de l'aménagement évalué il ressort de par que, si par cause de l'édification d'une hydrocentrale électrique vont augmenter aussi le volume et les frais des ouvrages communs en rapport avec la solution de l'aménagement hydraulique monovalent (par exemple: l'augmentation du volume de la tranche mort et de ce fait aussi du volume total de la cuvette pour l'augmentation du rendement garanti, ou bien l'agrandissement du volume total et utile de la cuvette pour augmenter le débit régularisé etc.).

Si dans le cadre d'une localité particulière ont été estimées plusieurs alternatives, il est possible de déterminer l'accroissement des frais annuels complexes des ouvrages communs "d FAC_C " causé par l'addition de l'effet énergétique comme la différence entre:

- . les frais annuels complexes des ouvrages communs de la solution avec une cuvette agrandie " FAC_{C2} "
- . les frais annuels complexes de la solution du même volume, comme lors d'une solution hydraulique monovalent " FAC_{C1} ":

$$dFAC_c = FAC_{c2} - FAC_{c1} \quad /1/$$

Les cas où l'accroissement des frais annuels complexes des ouvrages communs sert non seulement à l'effet hydroénergétique, peut se présenter comme:

- l'agrandissement du volume de la cuvette causant l'amélioration des qualités des effets hydrauliques (par exemple: l'accroissement de la hauteur de la surface de la nappe rendant possible un prélèvement par gravitation au lieu de pompage),
- l'agrandissement du volume de la cuvette proposé comme compensation de la diminution de l'effet énergétique par des prélèvements directs de la cuvette,
- la grandeur de " $dFAC_c$ " n'est pas connue, ou bien on n'a pas évaluée une alternative d'aménagement sans exploitation énergétique, ou bien sans l'agrandissement de la cuvette.

Selon l'alinéa 3./ on doit vérifier la condition de l'efficacité économique des ouvrages spéciaux énergétiques, d'après lequel:

$$R3 \stackrel{!}{\geq} FAC_s \quad /2a/$$

$$\text{ou bien } R3 \stackrel{!}{\geq} FAC_s + dFAC_c \quad /2b/$$

où $R3$ = recettes du courant électrique produit déterminées sur la base des prix de l'énergie électrique, d'après l'article 5.1.

Dans le cas concret d'après les conditions fondamentales on choisit la variante de répartition des frais sur l'effet énergétique d'après l'aperçu dans le tableau N° 31.

Varian- te	Condition fonda- mentale de l'effi- cacite economique des ouvrages spe- ciaux	Accroissement des frais Annuels complexes $dFAC_c$	Coefficient de repar- tition "CRE"	
0a	$R3-FAC_s \quad 2FAC_c$	$dFAC_c \neq 0$ l'effet énergétique est prédominant, variante sans cet effet ne pas étudié	répartition indivi- duelle	$CP=0,5PM$
0b	$R3-FAC_s \quad 2FAC_c$ $R3-FAC_s \quad FAC_c$		$CRE = 0,75 - 1,0$	$CP=PM$
1a	$R3-FAC_s \quad 2FAC_c$	$dFAC_c = \emptyset$	$CRE = 0,75$	
1b	$R3 \quad FAC_s$ $R3 \quad FAC_s+2FAC_c$	$dFAC_c = \emptyset$	$CRE = \frac{0,5 \cdot (R3-FAC_s)}{FAC_c}$	
2a	$R3 \quad (FAC_s+dFAC_c)$	$dFAC_c \neq \emptyset$ $dFAC_c$ servant deulement a l'effet hydroénergétique	$CRE = \frac{dFAC_c+0,5 \cdot (R3-FAC_s-dFAC_c)}{FAC_c}$	
2b	$R3 \quad (FAC_s+0,75dFAC_c)$	$dFAC_c \neq \emptyset$ $dFAC_c$ servant non seulement mais notamment a l'effet hydroénergétique	$CRE = \frac{0,75dFAC_c+0,5(R3-FAC_s-0,75dFAC_c)}{FAC_c}$	
3a	$R3 \quad FAC_s : R3 \quad dFAC_c$	$\frac{dFAC_c}{FAC_s} \quad \frac{FAC_s}{FAC_c}$ $dFAC_c$ servant seulement a l'effet hydroénergé- tique	$CRE = \frac{dFAC_c + 0,5(R3-dFAC_c)}{FAC_c}$	
3b	$R3 \quad (FAC_s+dFAC_c)$		$CRE = \frac{dFAC_c}{FAC_c}$	
3c	$R3 \quad (FAC_s+0,75dFAC_c)$	$dFAC_c \neq \emptyset$ $dFAC_c$ servant non seulement mais notamment a l'effet hydroénergétique	$CRE = \frac{R3 - FAC_s}{FAC_c}$	
4	$R3 \quad FAC_s$	$dFAC_c \neq \emptyset$	$CRE = \emptyset$	

Les frais annuels complexes concernant l'effet énergétique sont donnés par la somme des frais des ouvrages spéciaux et de la partie des frais des ouvrages communs:

$$FAC_E = FAC_S + CRE \cdot FAC_C \quad /9/$$

De la même manière seront calculés les autres dépenses concernant les effets énergétiques par exemple:

$$CI_E = CI_S + CRE \cdot CI_C$$

ou bien $Fr_E = Fr_S + CRE \cdot Fr_C$ et similaires.

6.2. Méthode de répartition des frais entre les effets hydrauliques particuliers

Aux effets hydrauliques particuliers (livraison des eaux, sans prendre en considération leurs qualités) appartiennent les frais annuels complexes (ou autres dépenses):

$$FAC_H = FAC - FAC_{\bar{H}} \quad /10/$$

Dont il ressort le coefficient de répartition pour les effets hydrauliques:

$$CRH = 1,0 - CRE \quad /11/$$

Si par la retenue sont garantis uniquement les prélèvements continuels ou bien saisonniers,

- après: $CRH1 = CRH$ /12/

- ou bien: $CRH2 = CRH$ /13/

Les frais annuels complexes (ou bien les autres dépenses) des prélèvements particuliers se répartissent en rapport du volume annuel du prélèvement des eaux "VE", par exemple:

$$CRH11 = CRH1 \cdot \frac{VE\ 11}{VE\ 1} \quad /14/$$

$$CRH12 = CRH1 \cdot \frac{VE\ 12}{VE\ 1} \quad /15/$$

où:

VE11, VE 12 etc. sont les prélèvements continus particuliers dont le total est VE1.

Quand la retenue garantit les prélèvements continuels "VE1" et aussi les prélèvements saisonniers "VE2", alors les coefficients de répartition seront calculés en rapport du volume prélevé des eaux pendant la saison de sécheresse "VE1" et "VE2", qui sont décisifs dans les conditions hydrologiques pour le volume utile de la cuvette

$$CRH1 = CRH \cdot \frac{VE1'}{VE1' + VE2'} \quad /16/$$

et

$$CRH2 = CRH \cdot \frac{VE2'}{VE1' + VE2'} \quad /17/$$

La méthode de calcul des frais annuels complexes, éventuellement des autres dépenses qui sont l'objet des prélèvements particuliers et d'après l'équation /9/, avec la différence que pour les effets hydrauliques, en règle générale, il n'y a pas de dépenses spécifiques, alors: $FAC_s = \emptyset$, $CI_s = \emptyset$ etc.

7. INDICES DE L'EFFICACITE DES AMENAGEMENTS

7.1. Indices de l'efficacité économique absolue

Les indices de l'efficacité économique absolue se calculent des inputs qui comprennent d'une part les coûts d'investissement et les frais annuels et d'autre part les recettes des investissements. Ces indices en les comparant avec la valeur normative ou limite valable à une certaine date expriment directement le degré de l'efficacité (en unité valable à cette date) des fonds financiers nécessaires. La terminologie utilisée et la désignation des indices est faite d'après la publication: Gremillet; Sélection et contrôle des investissements, Les éditions d'organisation, Paris 1977; avec les compléments nécessaires.

La condition fondamentale de l'efficacité économique absolue est accomplie, si la valeur actuelle nette de l'investissement lors de l'application du taux d'actualisation est plus grande, ou égale à zéro:

$$VAN \geq 0 \quad /1/$$

A partir de l'équations /1/ ou /8/ il ressort, que simultanément doit être valable:

$$VAR \geq VA_{Fo} + VACI \quad /2/$$

$$VAB \geq VACI - VAFr \quad /3/$$

$$IRCIT \geq 1 \quad /4/$$

$$IRCIM \geq ta \quad \text{ou} \quad IRCIMN \geq 0 \quad /5/$$

$$IRFAC \geq 1 \quad /6/$$

$$TIR \geq ta \quad /7/$$

La définition des indices particuliers est indiquée dans les articles suivants.

Pour l'évaluation des aménagements hydrauliques dans le cadre de ce Plan général nous comptons avec la valeur du taux d'actualisation $ta = 6\%$. Où il n'est pas expressivement indiqué, tous les indices d'efficacité économique absolue sont calculés pour cette valeur normative. De même dans les calculs des frais annuels complexes on applique le même taux d'intérêt $p = ta = 6\%$.

7.1.1. Valeur actuelle nette de l'investissement "VAN"

La valeur actuelle nette de l'investissement est donnée par la différence entre la valeur actuelle des éléments positifs et négatifs du flux financière: les bénéfices augmentés par l'amortissement et les coûts d'investissement; ou bien: les recettes et les frais annuels d'exploitation avec les coûts d'investissement:

$$VAN = VAB + VAFr - VACI = VAR - VA Fo - VACI \quad /8/$$

où: VAB = valeur actuelle du bénéfice ($B = R - Fo - Fr$)

$VAFr$ = valeur actuelle d'amortisation (des frais de remboursement)

$VACI$ = valeur actuelle des coûts d'investissement

VAR = valeur actuelle des recettes

$VA Fo$ = valeur actuelle des frais annuels d'opération.

Sous la valeur actuelle "VA" de quelconque l'élément du compte "X" on comprend la somme des valeurs temporelles "X"

pour chaque année "t" d'exploitation, qui sont actualisés (c'est à dire multipliée par un coefficient d'actualisation pour le taux d'intérêt appliqué) à l'année zéro de l'exploitation, d'après la relation /9/:

$$VAX = \sum_{t = -TCA}^{t = TV} X_t \cdot r^{-t} \quad /9/$$

où: X_t = la valeur de l'élément du compte à l'année "t"

$r^{-t} = (1 + 0,01.ta)^{-t}$ = coefficient d'actualisation

ta = taux d'actualisation

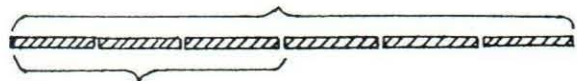
TV = durée de l'exploitation (longévité moyenne de l'aménagement)

TCA = nombre des années de construction avant l'année zéro de l'exploitation

TC = durée de construction

L'année zéro est celle, qui précède l'année de la mise en service de la première capacité d'aménagement:

construction



exploitation

année de construction	1	2	3	4	5	6	-
année d'exploitation "t"	-3	-2	-1	0	1	2	3 etc.

Pour le calcul de la solution optimale, comme critérium on utilise la valeur actuelle "VAN" calculée pour le taux d'actualisation $ta = 6\%$. Lors du calcul du taux interne de rentabilité on calcule la valeur actuelle du flux monétaire en général aussi pour autres taux d'actualisation. Dans un tel cas le pourcentage correspondant est indiqué comme indexe (par exemple: la valeur actuelle nette calculée pour le taux d'actuali-

sation $t_a = 10\%$ est indiqué " VAN_{10} ").

7.1.2. Indice de la rentabilité des coûts d'investissement "IRCI"

Il est possible de calculer l'indice de la rentabilité des coûts des investissements par deux méthodes. L'indice de la rentabilité totale des coûts d'investissements "IRCIT" est la relation entre la valeur actuelle des recettes, agrandies de l'amortissement (c'est à dire les recettes diminués par les frais d'opération) par rapport à la valeur actuelle des coûts d'investissements:

$$IRCIT = \frac{VAB + VAFr}{VACI} = \frac{VAR - VAFO}{VACI} \quad /10/$$

La variante de cet indice est la rentabilité moyenne des coûts d'investissement "IRCIM", où les valeurs actuelles du numérateur seront remplacées par la moyenne actualisée "MA" qui est la valeur actuelle divisé par la somme des coefficients d'actualisation (r^{-t}) pendant toute la durée de l'exploitation "CA2",

ou bien multiplié par le coefficient d'amortisation "CA3" qui est une valeur réciproque de la somme des coefficients actualisés:

$$MAX = VAX : \sum_{t=1}^{t=TV} r^{-t} = \frac{VAX}{CA2} = VAX.CA3 \quad /11/$$

ainsi:

$$IRCIM = \frac{MAB + MAFr}{VACI} \cdot 100 = \frac{MAR - MAFO}{VACI} \quad (\%) \quad /12a/$$

L'indice /12a/ peut être calculé aussi à partir du bénéfice net:

$$BN = R - FAC = B - ICI$$

$$IRCIMN = \frac{VABN + VAFr}{VACI} = \frac{MAR - FAC}{VACI} \quad /12b/$$

Etant donné qu'est valable la relation:

$$IRCIMN = IRCIM - 100 \cdot CA3 \quad /12c/$$

l'investissement est effectif jusqu'à

$$IRCIMN > 0 \quad /12d/$$

Pour une évaluation préliminaire on calcule au lieu des moyennes actualisées avec la valeur des recettes, du bénéfice, des frais de renouvellement et des frais d'opération dans l'année d'horizon. L'inexactitude de cette méthode est négligeable si dans une période très courte après la mise en oeuvre on exploite toute la capacité de l'ouvrage.

7.1.3. Indice de la rentabilité des frais annuels complexes "IRFAC"

L'indice de la rentabilité des frais annuels "IRFAC" est la relation entre la valeur actuelle des recettes, en rapport à la somme des valeurs actuelles des coûts d'investissement et des frais d'opération, ce qui est indentique à la relation entre la moyenne actualisée des recettes par rapport aux frais annuels complexes:

$$IRFAC = \frac{VAR}{VACI + VAFo} = \frac{MAR}{CA3 \cdot VACI + MAFo} = \frac{MAR}{FAC} \quad /13/$$

Dans les évaluations, avec une précision suffisante,

au lieu de la moyenne actualisée des frais d'opération on prend leur valeur d'une année de pleine exploitation ($MAF_0 = F_0$). Si dans une courte période de la mise en oeuvre de l'ouvrage on exploite pleinement sa capacité (par exemple de la centrale hydroélectrique), il est possible, dans les évaluations préliminaires, de prendre leur valeur dans l'année d'horizon au lieu de la moyenne actualisée.

7.1.4. Taux interne de rentabilité "TIR"

Le taux interne de rentabilité est le taux d'actualisation pour lequel doit être valable la relation:

$$VAN = 0 \quad \text{comme aussi: } IRCIT = 1 \text{ et } IRFAC = 1 \quad /14/$$

Pour un taux d'actualisation plus élevé ($ta > TIR$) la valeur actuelle nette de l'investissement sera négative et pour une valeur inférieure ($ta < TIR$) positive. Le taux interne de rentabilité se calcule par interpolation de deux valeurs de l'effet total, dont une est encore positive:

$$VAN_{ta1} > 0 \quad \text{et l'autre est négative:}$$

$$VAN_{ta2} < 0$$

$$TIR = ta1 + \frac{VAN_{ta1}}{VAN_{ta1} - VAN_{ta2}} \cdot (ta1 - ta2) \quad /15/$$

Quand dans les frais annuels on inclut aussi les intérêts du capital investi ($ICI = ACI - Fr$) le taux d'intérêt dont la valeur actuelle est égale à zéro ($VAN = 0$) est désignée comme taux interne de rentabilité nette "TIRN".

7.1.5. Délais de remboursement des coûts d'investissement
totaux "DRCI"

Le délai de remboursement des coûts d'investissement est un indice complémentaire, qui est peut-être moins précis pour discerner les différences de l'efficacité économique de l'investissement (pour une différence dans la mise en exploitation des capacités) mais il est présenté pour son évidence.

Le délai de remboursement est donné par le nombre d'années d'exploitation pendant lesquelles la somme des bénéfices non actualisés augmentés de l'amortisation (ce qui est identique aux recettes diminuées des frais d'opération), atteindront la somme totale du coût d'investissement, en même temps la fraction de l'année sera interpolée des deux dernières valeurs:

$$\sum_{t=1}^{t=n} B_t + Fr_t < CI \quad \text{et} \quad \sum_{t=1}^{t=n+1} B_t + Fr_t > CI \quad /16a/$$

ou bien:

$$\sum_{t=1}^{t=n} R_t - Fo_t < CI \quad \text{et} \quad \sum_{t=1}^{t=n+1} R_t - Fo_t > CI \quad /16b/$$

d'après la relation /17/:

$$DRCI = n + \frac{CI - \sum_{t=1}^{t=n} B_t + Fr_t}{B_{n+1} + Fr_{n+1}} = n + \frac{CI - \sum_{t=1}^{t=n} R_t - Fo_t}{R_{n+1} - Fo_{n+1}}$$

Pour les investissements hydrauliques et énergétiques est adéquat un délai de remboursement des frais d'investissement DRCI \leq 15 ans environ.

7.2. Indices d'efficacité économique relatifs

Les indices d'efficacité économique relatifs sont calculés seulement comme des éléments du compte négatif du flux monétaire (des coûts d'investissements et frais annuels d'opération et expriment seulement les charges nécessaires pour obtenir certains effets, sans tenir compte de la valeur de ces effets, qui peut changer au bout d'un certain temps. Pour les aménagements à plusieurs buts, les charges totales sont réparties sur les effets hydrauliques et sur l'effet énergétique, selon chapitre N°6.

7.2.1. Coûts d'investissement spécifiques - par unité de capacité du projet "CISC" ou de la production "CISP"

Ils caractérisent les charges d'investissement pour assurer:

- la capacité hydraulique exprimée par:
 - . le volume de la retenue -total "VRT" ou utile "VRU"
 - . le débit régularisé - brut "QR" ou net "QRN"
- la capacité énergétique exprimée par:
 - . la puissance installée de centrale hydroélectrique "PI"
 - . la puissance garantie de la centrale hydroélectrique "PG"

- la production annuelle hydraulique:
 - . volume de l'eau prélevé de la retenue ou du débit régularisé en aval du barrage "VE"
- la production annuelle énergétique, exprimée par:
 - . la quantité moyenne d'énergie produite "W"
 - . la quantité garantie d'énergie produite "WG"

Ces indices caractérisent seulement la part de l'investissement du processus de reproduction. On peut comparer directement seulement les valeurs pour une même qualité de production c'est à dire pour le même taux de garantie, la même répartition temporelle et pour la condition que la capacité déterminée soit uniforme.

Le débit garanti net "QRN" est le débit garanti après la construction de l'aménagement, diminué du débit minimum avant la construction de l'aménagement, c'est à dire à l'état naturel du cours d'eau, ou à l'état, qui a été obtenu par des aménagements antérieurs dans le bassin plus en amont.

La puissance installée "PI" de la centrale hydraulique est la somme des puissances indiquées sur les indicateurs des générateurs, donc la puissance calculée de la chute maximale nette et le débit équipé.

La puissance garantie de la centrale hydraulique "WG" est la puissance obtenue pour une chute d'une probabilité de 90% environ et le débit garanti. La chute garantie est estimée comme la chute minimale agrandie de 1/6 de la différence de la retenue normale et retenue minimale.

La quantité garantie d'énergie produite "WG" est la part idéale de la production totale d'énergie "W", calculée comme la

multiplication de la puissance garantie et du fond total annuel d'heures de fonctionnement.

$$WG /GWh/ = NG /MW/ : 8,76 /10^3 . h/ < W$$

Les coûts spécifiques par unité de capacité sont exprimée en:

- CISHVA : 10^3 US \$ par hm^3 ou US \$ par $10^3 m^3$ de la "VA"
- CISHQ : 10^3 US \$ par $m^3.s^{-1}$ du débit,
- CISEP : 10^3 US \$ par MW ou US \$ par kW de la puissance,
- CISHO : US \$ par $10^3 m^3$ de l'eau prélevée
- CISEW : US \$ par MWh d'énergie hydroélectrique

7.2.2. Frais annuels par unité de production

Ils caractérisent les charges d'exploitation, éventuellement aussi les charges du capital investi par unité de production de l'aménagement hydraulique.

Sous la désignation "produits des aménagements hydrauliques" nous comprenons:

- la quantité d'eaux prélevées de la retenue ou du cours d'eau en aval du barrage:
 - . pour l'alimentation en eau potable,
 - . pour l'alimentation en eau industrielle,
 - . pour l'irrigation des périmètres agricoles;
- la quantité totale d'énergie électrique produite par année moyenne (garantie et non garantie, calculée des débits moyens mensuels et des chutes mensuelles moyennes qui correspondent

au niveau moyen mensuel de la retenue).

Les frais annuels "FA" sont donnés par la somme des frais d'opération et des frais de remboursement: $FA = Fo + Fr$. Les frais annuels spécifiques, par unité de production comme $FASP = FA : VP$, avec la différenciation d'après l'espèce de production (par exemple $FASPO = FA_H : VPO - US \$ / 10^3 m^3$).

Pour la comparaison et l'évaluation relative des sites les frais annuels d'opération sont complétés par un remboursement du capital investi qui est calculé à la valeur de l'annuité "ACI" des coûts d'investissements y compris les intérêts intercalaires (la valeur actuelle des coûts d'investissements "VACI" pour un taux d'intérêt de 6% et pour la longévité moyenne des constructions et des équipements). L'annuité comprend aussi les frais de renouvellement. Les frais ainsi complétés sont désignés comme: frais annuels complexes:

$$FAC = MAFo + ACI \doteq Fo + ACI \quad \text{/voir article 4.8./}$$

Les frais annuels complexes spécifiques par unité de production sont désignés tout court "coût de la production" et exprimés en unités suivantes:

- coût de l'eau "CPO, CP1, CP2" en US \$ par $10^3 m^3$, ou en mills par m^3 /1 mill = 0,001 US\$/,
- coût de l'énergie hydroélectrique "CP3" en US \$ par MWh.

Dans le cas où la production de l'aménagement hydraulique est multiple, le total des frais annuels complexes va être réparti d'après les principes et les méthodes indiquées dans le chapitre N° 6.

Le coût de l'eau est calculé d'une part comme moyen: CPO et dans les cas de prélèvements différents aussi particulière-

rement:

- coût de l'eau prélevée en continu "CP1"
- coût de l'eau prélevée seulement pendant la période sèche "CP2".

7.3. Indices de l'efficacité naturelle

Les indices de l'efficacité naturelle sont calculés comme un rapport entre:

- la capacité de production hydraulique ou énergétique de l'aménagement et
- le volume de l'ouvrage principal qui est:
 - . dans les ouvrages de retenue le volume du barrage-type "VB"
 - . dans les ouvrages énergétiques aussi:
 - .. la conduite (forcée ou non) et le canal d'écoulement, caractérisée par la longueur totale de la dérivation énergétique "LD"
 - .. l'unité des coûts d'investissements d'une centrale hydroélectrique type: "CIRC"

Il s'agit surtout des indices suivants: combien d'unités de l'effet correspondant sont obtenues par la construction d'une unité de volume du barrage en terre - type "VB" avec une pente uniforme des talus 1 : 2,5 et une largeur de la crête de 5,0 m, avec une revanche de 4,0 m au-dessus du niveau de la retenue normale.

Dans les aménagements énergétiques avec une centrale hydroélectrique déplacée en aval pour augmenter la hauteur de la

chute, l'indice complémentaire exprime la relation de l'augmentation de l'effet hydraulique pour une unité de longueur de la dérivation "LD".

Du caractère des indices naturels il est évident que le volume du barrage-type "VB" représente les coûts d'investissement des ouvrages communs de l'aménagement (sans l'usine et la dérivation énergétique éventuelles). Cette alternation est une grande simplification, parce que les coûts d'investissement de ces ouvrages dépendent aussi des conditions géologiques du sous-sol, de la présence et de la qualité des matériaux de construction sur le site, de la possibilité d'une conception simple des ouvrages principaux et d'autres circonstances. Pour la plupart des sites proposés ces conditions plus détaillées ne seront pas connues, donc il est nécessaire de considérer comme véridique la supposition des conditions moyennes. A part cela il est valable, que le coût total de la retenue (c'est à dire des ouvrages communs d'aménagement) recalculé par unité de volume du barrage, va en principe baisser avec l'augmentation du volume du barrage et cela pour trois raisons:

- 1/ Un plus grand volume de l'aménagement permet d'utiliser de plus grands mécanismes, ainsi les prix unitaires des principaux travaux de construction vont diminuer.
- 2/ Pendant que le volume du barrage augmente avec le carré de sa hauteur, les coûts de certains ouvrages augmentent linéairement ou encore plus faible (dérivation provisoire, évacuateur de crue, vidange de fond, délogement des habitants et autres investissements entraînés).
- 3/ Certains ouvrages ont des coûts de construction pratiquement constants, indépendants de la hauteur du barrage (route d'accès, la cité du maître d'oeuvre, les bâtiments pour les services de l'exploitateur et autres).

L'influence des facteurs connus cités, sur l'application des indices d'efficacité naturelle (par exemple sur l'estimation préliminaire du volume optimal de la retenue et de sa capacité hydraulique et énergétique) entraînerait à diminuer le volume utile optimal de la retenue et à diminuer le niveau de la retenue normale. Du point de vue d'avenir il est préférable de proposer une retenue plus grande que l'optimum idéal, qu'inversement, quand est justifié la supposition de l'exploitation des capacités construites.

Pour réduire cette influence, sur base de ces coûts d'investissement calculés pour quelques variantes de grandeur de plusieurs sites, on a établi par corrélation le coefficient de correction, comme une fonction du volume du barrage type en terre: $CCB = f / VB /$, indiquée dans le tableau N° 32 à l'aide de laquelle on calcule "le volume du barrage corrigé"

$$VBC = CCB \cdot VB$$

que est utilisé pour le calcul des indices naturels rapportés par une unité de volume du barrage en terre - type. ce sont:

- caractéristique morphologique du site "IM",
- caractéristique hydraulique du site "IH",
- caractéristique énergétique du barrage "IEB",
- caractéristique énergétique du site "IE".

Tableau N° 32

VB $10^3 m^3$	300	400	500	700	1000	1500
CCB	1,635	1,520	1,410	1,220	1,000	0,775
VB $10^3 m^3$	2000	3000	5000	10000		
CCB	0,698	0,672	0,620	0,490		

7.3.1. Caractéristique morphologique du site "IM"

On calcule la caractéristique morphologique du site comme une relation entre:

- le volume total de la retenue,
- le volume corrigé du barrage en terre - type:

$$IM = VAT : VBC \quad (hm^3/hm^3) \quad /19a/$$

Pour la comparaison de l'influence du coefficient "CCB" et pour rendre possible la comparaison avec les caractéristiques des autres retenues hors du territoire d'intérêt on compte aussi:

$$IM' = VAT : VB \quad /19b/$$

Dans tous les cas les volumes sont exprimés en $hm^3 = 10^6 m^3$, l'indice IM est un coefficient sans dimension.

7.3.2. Caractéristique hydraulique du site "IH"

On calcule la caractéristique hydraulique du site comme la relation entre:

- l'agrandissement du débit régularisé, c'est à dire le débit régularisé net "QRN", qui est donné par la différence du débit régularisé après la construction (débit régularisé du projet) et le débit minimum existant, ou un débit agrandi par un barrage construit antérieurement sur le cours en amont;
- le volume corrigé du barrage en terre type "VBC":

$$IH = QRN : VBC (m^3 \cdot s^{-1} / hm^3) \quad /20/$$

La caractéristique hydraulique du site varie d'après la suite de la réalisation des ouvrages hydrauliques particuliers

dans le bassin, ou d'après la dérivation des eaux entre les bassins.

7.3.3. Caractéristique énergétique du barrage "IEB"

La caractéristique énergétique du barrage peut être calculée en deux variantes, comme une relation entre:

- la quantité d'énergie électrique qui est produite dans la centrale au pied du barrage:

variante 1:

la production totale d'énergie électrique produite par année moyenne "W"

variante 2:

l'énergie électrique garantie /primaire/ produite avec une chute minimale garantie et un débit régularisé "WG"

- le volume corrigé du barrage en terre type "VBC":

$$IEB1 = WB : VBC \quad (GWh/hm^3) \quad /21/$$

$$IEB2 = WGB : VBC \quad (GWh/hm^3) \quad /22/$$

Dans les ouvrages sans dérivation énergétique est valable la relation:

$$WB = W \quad \text{et} \quad WGB = WG$$

Pour la chute et la production d'énergie électrique on suppose, que le niveau de restitution est de 1 m au-dessous du niveau minimum du site du barrage.

Dans les ouvrages avec une dérivation énergétique le restant de la chute (et la fraction respective de l'énergie produi-

te, totale ou garantie), est un apport de la dérivation, ainsi cette fraction n'est pas comprise dans le calcul du IEB.

7.3.4. Caractéristique énergétique de la dérivation "IED"

La caractéristique énergétique de la dérivation "IED" est un indice complémentaire et démontre une préférence relative du rehaussement de la chute en situant la centrale hydroélectrique sur une dérivation plus en aval du barrage.

L'indice "IED" permet l'évaluation directe de la préférence du rehaussement des chutes de différents sites, mais il n'est pas comparable avec l'indice "IEB", du fait qu'il est exprimé en unité différentes. Il caractérise la quantité d'énergie /GWh/ qui sera obtenue en plus (au-dessus de la quantité évaluée dans l'indice IEB) par unité de longueur (km) de la dérivation.

Comme dans le cas du barrage-type, les dépenses pour la dérivation énergétique de l'eau dépendent (aussi en considérant les conditions géologiques et morphologiques moyennes, du fait qu'elles ne sont pas encore connues dans les détails):

- 1/ du type de la conduite,
- 2/ de la capacité de la conduite (débit turbiné maximal),
- 3/ de la longueur de la conduite, qui a une influence sur la vitesse de projet et de ce fait aussi sur le diamètre de la conduite,
- 4/ de la chute maximale de la centrale hydroélectrique et la chute de projet de la tronçon particulière de la galerie.

Des 26 sites proposés avec une dérivation énergétique dans la région de la Moyenne Guinée en ce qui concerne le type de la conduite on suppose:

- dans 8 cas une galerie,
- dans 9 cas une combinaison de galerie et de conduite forcée,
- dans un cas la combinaison d'un canal avec une conduite forcée,
- dans 8 cas seulement une conduite forcée.

Pour que les caractéristiques calculées soient comparables mutuellement, on choisit comme conduite-type une galerie qui en longueur est le type prédominant. Sur la base des prix forfaitaires des galeries de diamètres différents (voir article 4.5.6.), et de la proposition du blindage des galeries, respectivement de la conduite forcée, on a calculé les coefficients de correction "CCD1" et "CCD2", par lesquels la longueur réelle de la galerie, respectivement de la conduite forcée, exprimée en kilomètres est convertie en "longueur corrigée de la galerie-type" tous les deux exprimées en km. La galerie-type a un diamètre \varnothing 5,0 m (lors d'une longueur de 1500 m et d'une vitesse projetée de 5 m.s^{-1} , elle amènera $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ environ) avec le blindage proposé pour la chute hydraulique maximale brute $H_{\text{max}} = 100 \text{ m}$, augmenté lors du coup de béliet hydraulique d'environ de 60%. Pour la première partie des conduites d'amenée, terminées par la chambre d'équilibre, on détermine les coefficients CCD1 ou CCD2 pour une chute $H = 0,625 \cdot \Delta H$ (voir relation 26). On suppose que la première partie de toutes galeries (sauf site N° 54 et les conduites plus courtes) est pratiquement horizontale.

Dans le tableau N° 33 sont indiqués les coefficients de correction "CCD1" servant au calculs de la longueur des galeries et dans le tableau N° 34 sont les coefficients de correction "CCD2" pour les calculs de la longueur des conduites forcées d'après les relations suivantes:

$$\begin{aligned} \text{LD1C} &= (\text{LD1} + \text{LD4}) \cdot \text{CCD1} && /23/ \\ \text{LD2C} &= (\text{LD2} + \text{LD4}) \cdot \text{CCD2} && /24a/ \\ \text{LD2'C} &= \text{LD2'} \cdot 1,667 \cdot \text{CCD2} && /24b/ \end{aligned}$$

ou:

LD1 = longueur réelle de la galerie

LD2 = longueur réelle de la conduite forcée

LD2' = longueur réelle de la conduite forcée dans le cas où elle

ne forme que la partie finale de la galerie devant la centra-

TABLEAU : N° 33

CHUTE MAXIMALE (ml)		DIAMETRE DE LA GALERIE (ml)					
		2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
COEFFICIENTS DE CORRECTION "CCD1"	H = 50	0,329	0,477	0,655	0,880	1,153	1,737
	H = 100	0,359	0,507	0,715	1,000	1,301	2,000
	H = 200	0,395	0,590	0,835	1,195	1,598	2,527
	H = 300	0,444	0,675	0,955	1,400	1,894	(2,493)
	H = 400	0,494	0,798	1,160	(1,696)	(2,320)	
	H = 500	0,543	0,897	(1,380)	(2,098)		

TABLEAU : N° 34

CHUTE MAXIMALE (ml)		DIAMETRE DE LA CONDUITE FORCEE (ml)					
		2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
COEFFICIENTS DE CORRECTION "CCD2"	H = 50	0,173	0,287	0,391	0,558	0,705	1,033
	H = 100	0,218	0,331	0,495	0,710	0,955	1,428
	H = 200	0,271	0,440	0,650	1,031	1,430	2,219
	H = 300	0,345	0,584	0,865	1,328	1,865	(2,444)
	H = 400	0,419	0,740	1,145	(1,730)		
	H = 500	0,494	0,917	(1,477)			

le hydroélectrique, c'est à dire quand sur toute la longueur elle est dimensionnée à la pression maximale.

LD4 = longueur fictive de l'amenée remplaçant une chambre d'équilibre, et les coûts d'un robinet sphérique,

LD1C, LD2C, LD2'C = longueurs corrigées (fictives) de la galerie ou de la conduite forcée.

Dans un cas le site N° 48: TENE I dans le bassin de Bafing, on propose un canal d'amenée d'une capacité de $108 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Sa longueur réelle "LD3" sera convertie en longueur corrigée de la galerie-type "LD3C" à l'aide du coefficient de correction CCD3 = 0,177:

$$\text{LD3C} = \text{LD3} \cdot \text{CCD3} \quad /25/$$

Pour les conduites d'amenée plus longues ($\text{LD} > 1500 \text{ m}$), on suppose une chambre d'équilibre dont la hauteur est estimée comme: $\Delta H = 0,6 H_{\text{max}} + \text{RN} - \text{RM}$ /26/

Vu que le diamètre de la chambre d'équilibre est de 2 à 3 fois plus grand que celui de la conduite d'amenée, on ajoute à la longueur réelle de la galerie, ou de la conduite forcée, une longueur fictive $\text{LD4} = 3\Delta H$, valeur exprimée en kilomètres, qui comprend aussi les frais de la vanne sphérique qui termine la conduite d'amenée.

La longueur totale corrigée de la dérivation énergétique "LDC" est la suivante:

- pour la galerie, ou bien aussi en combinaison avec une conduite forcée:

$$\text{LDC} = \text{LD1C} + \text{LD2C} \quad /27a/$$

- pour une conduite forcée:

$$\text{LDC} = \text{LD2C} \quad /27b/$$

- pour un canal en combinaison avec une conduite forcée:

$$LDC = LD3C + LD2C \quad /27c/$$

La caractéristique énergétique de la dérivation peut être calculée aussi en deux variantes comme une relation entre:

- la quantité de l'accroissement de l'énergie électrique qui est obtenue par la dérivation:

variante 1:

la production totale d'énergie électrique produite par année moyenne "WD" qui correspond à l'accroissement de la chute donnée par la dérivation et:

variante 2:

la quantité d'énergie électrique garantie (primaire) "WGD" produite par un débit regularisé et une chute donnée par la différence des niveaux, le niveau de la restitution d'une centrale fictive au pied du barrage et du niveau réel de la restitution de la centrale à la dérivation énergétique.

- la longueur corrigée de la dérivation "LDC":

$$IED1 = WD : LDC \quad /28/$$

$$IED2 = WGD : LDC \quad /29/$$

Pour la répartition de l'énergie électrique totale produite ou bien de l'énergie électrique garantie, il faut que soient valables les relations:

$$WB + WD = W \quad \text{ou bien} \quad WD = W - WB \quad /30/$$

$$WGB + WGD = WG \quad \text{ou bien} \quad WGD = WG - WGB \quad /31/$$

Note: Les cas où les conduites d'eau forcées sont menées sous le talus et la centrale est située non loin du pied du barrage, ne sont pas considérés comme des alternatives avec dérivation.

7.3.5. Caractéristique énergétique de la centrale hydroélectrique "IEC"

Le barrage avec les bâtiments accessoires et l'éventuelle dérivation énergétique servent à la concentration de l'énergie hydraulique d'un secteur particulier d'un cours d'eau dans un lieu du site de la centrale hydroélectrique où, l'énergie mécanique est convertie en énergie électrique. La capacité de la centrale hydroélectrique est donnée par la puissance installée, mais les coûts d'investissement dépendent dans une mesure notable non seulement de la puissance des unités d'équipement mais aussi de la chute de projet qui est en règle générale, la chute maximale nette.

La caractéristique énergétique de la centrale hydroélectrique doit exprimer la préférence avantageuse relative naturelle de la construction d'une centrale hydroélectrique dans les conditions données, donc la quantité totale de l'énergie électrique qui est produite par unité caractéristique des principaux ouvrages de la construction, qui sont le volume du béton (m^3) et la masse de l'acier du matériel d'équipement (t). Au lieu de la conversion de la masse de l'acier en volume équivalent du béton, ou inversement, on exprime le volume des travaux en une unité monétaire commune, en US\$.

Afin que l'indice calculé soit réciproquement comparable, on choisit pour base les coûts d'investissement des ouvrages spéciaux énergétiques en relation aux coûts d'investissements d'une fictive "centrale hydroélectrique-type" (CHT) dont la puissance installée (en deux groupes) est $PI = 10$ MW, lors de la chute de projet $H = 100$ m.

Les coûts d'investissements réels des centrales avec des paramètres différents (PI , H) sont convertis aux coûts d'investissement.

relatifs de la centrale-type corrigée "CIRC" à l'aide de coefficients de correction "CCC" indiqués dans le tableau N°35 d'après la relation:

$$\text{CIRC} = 0,1 \cdot \text{PI} \cdot \text{CCC} \quad /32/$$

Tableau N° 35

Puissance installée (en 2 groupes) MW	Chute de projet de la centrale hydroélectrique (ml)				
	30	50	100	200	500
1	2,650	2,450			
2	2,353	2,187			
5	1,686	1,569			
10	1,170	1,092	1,000	0,940	
20	0,857	0,810	0,739	0,672	0,603
40	0,730	0,673	0,609	0,537	0,484
80	0,600	0,560	0,496	0,431	0,354
160		0,471	0,416	0,357	0,312
320			0,359	0,305	0,261

La caractéristique énergétique de la centrale hydroélectrique de même que les indices IEB et IED est calculée en deux variantes:

$$\text{IEC1} = W : \text{CIRC} \quad /33/$$

$$\text{IEC2} = \text{WG} : \text{CIRC} \quad /34/$$

où les symboles "W" et "WG" ont la même signification que dans les articles précédents. Du fait que l'énergie produite est exprimée en GWh et "CIRC" est une valeur sans dimensions, la dimension résultante de l'indice IEC: "GWh par la centrale hydroélectrique-type": GWh / CHT

7.3.6. Caractéristique énergétique du site d'aménagement hydroénergétique "IE"

La caractéristique énergétique du barrage "IEB" démontre la préférence avantageuse de barrer la vallée en un certain lieu d'un certain secteur du cours d'eau et de l'exploitation de l'énergie du cours en question par une centrale hydroélectrique au pied du barrage.

La caractéristique énergétique de la dérivation "IED" complète le tableau des préférences avantageuses de la concentration de l'énergie hydraulique dans le profil du barrage en valorisation des possibilités d'obtenir une énergie supplémentaire par le décalage de la centrale hydroélectrique plus en aval.

La caractéristique énergétique de la centrale hydroélectrique "IEC" exprime la préférence avantageuse de la construction d'une centrale hydroélectrique dans les conditions propres au barrage y compris la dérivation éventuelle, elle se rapporte en conséquence à la quantité totale de l'énergie électrique incluse dans les calculs des indices IEB et IED.

Pour qu'il soit possible d'exprimer en un seul indice la préférence avantageuse de l'alternative particulière de l'aménagement hydroénergétique du site estimé (de ce fait prélimi-

nairement optimiser aussi la solution des ouvrages principaux) il est nécessaire de convertir tous les trois indices en unités unitaires et cela sur la base des relations monétaires des prix des ouvrages-types principaux. Du fait qu'il s'agit d'indices en nature nous choisissons comme base une unité de volume du barrage-type qui se présente dans toutes les localités étudiées.

Les coefficients de conversion sont:

- CCE1, qui sert au calcul de la longueur corrigée de la dérivation énergétique "LDC" au volume équivalent corrigé du barrage-type "VBCD"

$$CCE1 = 8\,550\,000 : 46\,240\,000 = 0,1849 \text{ hm}^3/\text{km}$$

- CCE2, qui sert au calcul des coûts d'investissement relatifs corrigés de la centrale hydroélectrique-type "CIRC" au volume équivalent corrigé du barrage-type "VBCC"

$$CCE2 = 6\,630\,000 : 46\,240\,000 = 0,1434 \text{ hm}^3/\text{CIRC}$$

Les caractéristiques énergétiques finales du site calculées en deux variantes similaires:

- pour la quantité totale de l'énergie électrique produite en une année moyenne "W",
- pour l'énergie électrique garantie "WG",

sont les suivantes:

$$CE1 = W : (VBC + VBCD + VBCC) \quad /35/$$

$$CE2 = WG : (VBC + VBCD + VBCC) \quad /36/$$

où:

VBC = volume du barrage en terre - type, corrigé (voire 7.3.)

$$VBCD = CCE1 \cdot LDC = 0,1849 \cdot LDC \quad /37/$$

VBCD = volume du barrage en terre - type, équivalent à la longueur corrigée de la dérivation énergétique,

VBCC = CCE2 . LDC = 0,1434 . CIRC /38/

VBCC = volume du barrage en terre - type, équivalent à l'unité de la centrale hydroélectrique -type.

A partir de l'indice "CE1", qui exprime combien de GWh d'énergie électrique totale sera obtenue dans la localité particulière par installation fictive de $1 \text{ hm}^3 / 10^6 \text{ m}^3$ de barrage en terre - type, il est possible de calculer en orientation aussi les coûts d'investissement spécifique par unité de production "CISP" (énergie électrique totale) produite dans un aménagement énergétique à but unique:

CISP = 46 240 : CE1 /US\$ / MWh/ /39/

où: le chiffre 46 240 représente le prix forfaitaire des ouvrages communs en US \$ par 1 m^3 de barrage et terre - type (d'un volume 1 hm^3).

7.4. Relations approximatives pour le calcul du volume du barrage en terre

Pour la plupart des sites évalués on ne disposera pas de données plus détaillées que les valeurs relevées des cartes géographiques, ce seront:

- la largeur de la vallée au niveau de la crête du barrage,
- la hauteur du barrage au-dessus du terrain,
- la forme approximative du profil transversal de la vallée.

Pour les trois types de base des profils transversaux de la vallée:

- triangulaire
- parabolique
- trapézoïdal,

par l'intégration des fonctions relatives on a établi les fonctions générales pour le calcul du volume du barrage en terre. Les fonctions générales sont applicables pour une largeur quelconque de la crête (c) et une pente moyenne des talus (m). Séparément est présentée la fonction pour le typ donné du barrage en terre avec $c = 5$ et $m = 2,5$ et cela pour n'importe quelles valeurs de:

- la longueur de la crête " L ",
- la hauteur au-dessus du terrain " H ",
- la largeur de la base du trapèze " B ".

Un aperçu de toutes les relations des calculs, aussi des schèmes et de leur application sont sur la figure N° 1.

Les relations ont été déduites pour une forme symétrique de la vallée, mais sont valables aussi pour les cas où le point