

### XIX.3. Devis quantitatif des matériaux

L'objectif de cette partie est d'évaluer les quantités nécessaires des différents matériaux pour la réalisation de l'ensemble de l'ouvrage. Pour cela on va effectuer un avant-métré du projet.

Elément	Constituant	Unité	Quantité
<b>FONDATION</b>			
Pieux sous pile	BétonQ400	m3	81,43
	Acier HA	kg	6514,41
	Forage	ml	100,00
Pieux sous culée	BétonQ400	m3	81,43
	Acier HA	kg	6514,41
	Forage	ml	100,00
<b>INFRASTRUCTURE</b>			
<b>Pile</b>			
Chevêtre	BétonQ350	m3	8,16
	Acier HA	kg	775,20
	Coffrage	m <sup>2</sup>	15,52
Fut	BétonQ400	m3	19,91
	Acier HA	kg	775,20
	Coffrage	m <sup>2</sup>	79,64
Semelle	BétonQ350	m3	51,30
	Acier HA	kg	3334,50
	Coffrage	m <sup>2</sup>	29,40
<b>Culée</b>			
Sommier	BétonQ350	m3	24,48
	Acier HA	kg	2325,60
	Coffrage	m <sup>2</sup>	32,96
mur garde-grève :	BétonQ350	m3	12,34
	Acier HA	kg	1172,49
	Coffrage	m <sup>2</sup>	85,18
La dalle de transition :	BétonQ350	m3	3,96
	Acier HA	kg	376,20
	Coffrage	m <sup>2</sup>	6,24
Les murs en retour :	BétonQ350	m3	15,46
	Acier HA	kg	1468,32
	Coffrage	m <sup>2</sup>	110,77
Le mur de front	BétonQ350	m3	51,00
	Acier HA	kg	4845,00
	Coffrage	m <sup>2</sup>	114,00
Semelle	BétonQ350	m3	102,60
	Acier HA	kg	6669,00
	Coffrage	m <sup>2</sup>	58,80

Elément	Constituant	Unité	Quantité
<b>INFRASTRUCTURE</b>			
<b>Protection</b>			
Enrochement		m3	104
<b>SUPERSTRUCTURE</b>			
Poutres principales :	BétonQ400	m3	234,10
	Torons	kg	17557,85
	Acier HA	kg	22239,95
	Coffrage	m <sup>2</sup>	2235,23
Entretoise :	BétonQ350	m3	27,31
	Acier HA	kg	4096,57
	Coffrage	m <sup>2</sup>	200,59
Hourdis :	BétonQ350	m3	133,33
	Acier HA	kg	19999,39
	Coffrage	m <sup>2</sup>	38,17
Predalle	Béton	m3	11,61
	Acier HA	kg	1741,12
	Coffrage	m <sup>2</sup>	13,14
Trottoirs :	BétonQ350	m3	17,65
	Acier HA	kg	2646,98
	Coffrage	m <sup>2</sup>	47,96
<b>EQUIPEMENT</b>			
Equipement	Garde-corps	ml	160,00
	Gargouille	ml	20,00
	Goujons	u	10,00
	Joints de chaussé	u	24,00
	Appareils d'appui	u	9,00
	Signalisations	Fft	1,00
<b>CHAUSSEE ET REVETEMENT DU TABLIER</b>			
Chaussée et revêtement	Revêtement en BBSG	T	64,40
	ECR 60(1,2kg/m <sup>2</sup> )	T	0,67
	ECR65(0,6kg/m <sup>2</sup> )	T	0,34
	CB en GCNT 0/31 <sup>5</sup>	m3	485,33
	CF en MS	m3	1131,00
	Remblai	m3	1705,33
	Engazonnement	m2	410,67
<b>ASSAINISSEMENT</b>			
Assainissement	Maçonnerie de moellons	m3	100,67
	Descente d'eau	ml	25,00

Tableau 147. Devis quantitatif des matériaux

### XIX.4. Coefficient de majoration des déboursés $K_1$

Le coefficient de majoration des déboursés  $K$  est donné par la formule suivante :

$$K_1 = \frac{(1 + A_1) \cdot (1 + A_2)}{1 - A_3(1 + T)}$$

Où les valeurs de  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  et  $T$  (TVA) sont représentées dans le tableau ci-après en pourcentage :

Origines des frais	Décomposition à l'intérieur de chaque catégorie des frais	Indice de composition	$A_i = \sum a_i$
Frais généraux proportionnels aux déboursés : $A_1$ .	Frais d'agence et patente	$a_1 = 4\%$	$A_1 = 10\%$
	Frais de chantier	$a_2 = 4\%$	
	Frais d'étude de laboratoire	$a_3 = 1\%$	
	Assurance	$a_4 = 1\%$	
Bénéfice brut et frais financiers proportionnel aux prix de revient $A_2$ .	Bénéfice net et impôt sur le bénéfice	$a_5 = 20\%$	$A_2 = 24\%$
	Aléas techniques	$a_6 = 2\%$	
	Aléas de révision de prix	$a_7 = 1\%$	
	Frais financiers	$a_8 = 1\%$	
Frais proportionnels aux prix de règlement avec TVA $A_3$	Frais de siège	$a_9 = 0\%$	$A_3 = 0\%$
T	TVA		$T = 20\%$
$K_1 =$			1,36

Tableau 148. Coefficient de majoration des déboursés  $K_1$

Après calcul, nous avons :  $K_1 = 1,36$

On entend par :

- ☞ Frais de chantier, tous les éléments tels que :
  - Salaires, charges, frais de déplacement ;
  - Logement de chantier, mobilier, installation de chantier, installation diverse non comprise dans l'installation du chantier.
- ☞ Frais d'étude et de laboratoire, tous les éléments tels que :
  - Frais de laboratoire au titre des essais de convenance' d'agrément et de contrôle ;
  - Frais d'étude ;
  - Frais de conception et de plan.
- ☞ Les aléas et révision de prix : tous les éléments rémunérant les aléas à la révision des prix ;

☞ Les aléas techniques : aléas et impact technique (évacuation d'accident).

### XIX.5. Sous-détails des prix

Les sous-détails des prix a l'objet de donner le prix unitaire des éléments constitutifs de l'ensemble de l'ouvrage.

Le prix unitaire (PU) d'un élément est obtenu par :  $PU = K \cdot \frac{D}{R}$

Où : K – le coefficient des déboursés;

D – la totale des déboursés ;

R – le rendement journalier.

Exemple : Sous-détails de prix du béton dosé à 350 Kg/m<sup>3</sup>

Prix N°		02-02									
Designations		Béton Q350									
Rendement R		20	m3/j								
Composante des prix				Cout directs			Depenses directs			Total (Ar)	
Designations		U	Qté	U	Qté	PU(Ar)	Materiel	M.O	Materiaux		
Materiels	Outillages	Fft	1	Ft	1	100 000,00	100 000,00				
	Pervibrateur	Mj	6	j	1	56 000,00	336 000,00				
	Bétonnière	Mj	1	j	1	110 000,00	110 000,00				
	Camion benne	Mj	1	j	1	135 000,00	135 000,00				
Total Materiels										681 000,00	
Main d'œuvre	Chauffeur	Hj	1	h	8	900,00		7 200,00			
	Chef Labo	Hj	1	h	1	11 000,00		11 000,00			
	Operateur Labo	Hj	1	h	8	800,00		6 400,00			
	Chef de chantier	Hj	2	h	1	1 050,00		2 100,00			
	Chef d'équipe	Hj	1	h	8	950,00		7 600,00			
	Ouvriers specialisé	Hj	1	h	8	900,00		7 200,00			
	Manœuvre	Hj	8	h	8	600,00		38 400,00			
Total Main d'œuvre										79 900,00	
Materiaux	Ciment	kg	350	kg	7000	570,00			3 990 000,00		
	Gravillon	m3	0,85	m3	17	36 000,00			612 000,00		
	Sable	m3	0,45	m3	9	14 000,00			126 000,00		
	Eau	L	180	L	3600	15,00			54 000,00		
Total Materiaux										4 782 000,00	
Total des déboursés: D										5 542 900,00	
K										1,36	
PU = K.D / R										378 025,78	
Arrondi à										378 000,00	

Tableau 149. Exemple : Sous-détails de prix du béton dosé à 350 Kg/m3

### XIX.6. Détails quantitatifs et estimatifs

L'évaluation de cout du projet est donnée par le tableau suivant en utilisant les prix unitaires calculés. On estime le cout de l'installation et repli du chantier à 12% du total ouvrage.

Prix N°	Elément	Constituant	Unité	Quantité	P.U.	Total
01	<b>INSTALLATION ET REPLI DU CHANTIER</b>					
01	Installation du chantier		Fft	1	-	<b>347 630 988,5</b>
01	Repli du chantier		Fft	1	-	<b>173 815 494,3</b>
02	<b>FONDATION</b>					
02-03	Pieux sous pile	BétonQ400	m3	81,43	416 900,00	33 948 201,01
02-05		Acier HA	kg	6514,41	4 100,00	26 709 066,76
02-10		Forage	ml	100	205 500,00	20 550 000,00
02-03	Pieux sous culée	BétonQ400	m3	81,43	416 900,00	33 948 201,01
02-05		Acier HA	kg	6514,41	4 100,00	26 709 066,76
02-10		Forage	ml	100	205 500,00	20 550 000,00
<b>Sous-total fondation</b>						<b>162 414 535,54</b>
02	<b>INFRASTRUCTURE</b>					
<b>Pile</b>						
02-02	Chevêtre	BétonQ350	m3	8,16	378 000,00	3 084 480,00
02-05		Acier HA	kg	775,2	4 100,00	3 178 320,00
02-04		Coffrage	m <sup>2</sup>	15,52	831 200,00	12 900 224,00
02-03	Fut	BétonQ400	m3	19,91	416 900,00	8 300 413,73
02-05		Acier HA	kg	775,2	4 100,00	3 178 320,00
02-04		Coffrage	m <sup>2</sup>	79,64	831 200,00	66 196 247,48
02-02	Semelle	BétonQ350	m3	51,3	378 000,00	19 391 400,00
02-05		Acier HA	kg	3334,5	4 100,00	13 671 450,00
02-04		Coffrage	m <sup>2</sup>	29,4	831 200,00	24 437 280,00
<b>Culée</b>						
02-02	Sommier	BétonQ350	m3	24,48	378 000,00	9 253 440,00
02-05		Acier HA	kg	2325,60	4 100,00	9 534 960,00
02-04		Coffrage	m <sup>2</sup>	32,96	831 200,00	27 396 352,00
02-02	mur garde-grève :	BétonQ350	m3	12,34	378 000,00	4 665 276,00
02-05		Acier HA	kg	1172,49	4 100,00	4 807 209,00
02-04		Coffrage	m <sup>2</sup>	85,184	831 200,00	70 804 940,80
02-02	La dalle de transition :	BétonQ350	m3	3,96	378 000,00	1 496 880,00
02-05		Acier HA	kg	376,20	4 100,00	1 542 420,00
02-04		Coffrage	m <sup>2</sup>	6,24	831 200,00	5 186 688,00
02-02	Les murs en retour :	BétonQ350	m3	15,46	378 000,00	5 842 368,00
02-05		Acier HA	kg	1468,32	4 100,00	6 020 112,00
02-04		Coffrage	m <sup>2</sup>	110,768	831 200,00	92 070 361,60
02-02	Le mur de front	BétonQ350	m3	51,00	378 000,00	19 278 000,00
02-05		Acier HA	kg	4845,00	4 100,00	19 864 500,00
02-04		Coffrage	m <sup>2</sup>	114	831 200,00	94 756 800,00

Prix N°	Elément	Constituant	Unité	Quantité	P.U.	Total
02-02	Semelle	BétonQ350	m3	102,60	378 000,00	38 782 800,00
02-05		Acier HA	kg	6669,00	4 100,00	27 342 900,00
02-04		Coffrage	m²	58,8	831 200,00	48 874 560,00
<b>Protection</b>						
02-12	Enrochement		m3	104	60 000,00	6 240 000,00
<b>Sous-total Infrastructure</b>						<b>648 098 702,61</b>
02	<b>SUPERSTRUCTURE</b>					
02-03	Poutres principales :	BétonQ400	m3	234,10	416 900,00	97 598 248,63
02-06		Torons	kg	17557,85	45 210,00	793 790 505,05
02-05		Acier HA	kg	22239,95	4 100,00	91 183 779,91
02-04		Coffrage	m²	2235,23	831 200,00	1 857 919 602,62
02-02	Entretoise :	BétonQ350	m3	27,31	378 000,00	10 323 348,24
02-05		Acier HA	kg	4096,57	4 100,00	16 795 923,72
02-04		Coffrage	m²	200,59	831 200,00	166 726 409,75
02-02	Hourdis :	BétonQ350	m3	133,33	378 000,00	50 398 457,38
02-05		Acier HA	kg	19999,39	4 100,00	81 997 490,19
02-04		Coffrage	m²	38,17	831 200,00	31 728 224,60
02-01	Predalle	Béton	m3	11,61	300 300,00	3 485 728,60
02-05		Acier HA	kg	1741,12	4 100,00	7 138 605,03
02-04		Coffrage	m²	13,14	831 200,00	10 922 496,24
02-02	Trottoirs :	BétonQ350	m3	17,65	378 000,00	6 670 384,07
02-05		Acier HA	kg	2646,98	4 100,00	10 852 609,00
02-04		Coffrage	m²	47,96	831 200,00	39 862 176,90
<b>Sous total superstructure</b>						<b>3 277 393 989,90</b>
04	<b>EQUIPEMENT</b>					
04-02	Equipement	Garde-corps	ml	160	81 745,00	13 079 200,00
04-02		Gargouille	ml	20	40 510,00	810 200,00
04-03		Goujons	u	10	7 200,00	72 000,00
04-08		Joint dechaussé	u	24	462 500,00	11 100 000,00
04-04		Appareils d'appui	u	9	147 930,00	1 331 370,00
04-05		Signalisations	Fft	1	3 005 000,00	3 005 000,00
<b>Sous total equipement</b>						<b>29 397 770,00</b>
06	<b>CHAUSSEE ET REVETEMENT DU TABLIER</b>					
06-01	Chaussée et revêtement	CR en BBSG	T	64,4	760 234,00	48 959 069,60
06-02		ECM 60	T	0,672	2 338 600,00	1 571 539,20
06-05		ECR65	T	0,336	2 393 700,00	804 283,20
06-03		CB GCNT0/31 <sup>5</sup>	m3	485,333333	161 000,00	78 138 666,67
06-04		CF en MS	m3	1131	30 000,00	33 930 000,00
06-10		Remblai	m3	1705,33333	27 000,00	46 044 000,00
06-11		Engazonnement	m2	410,666667	6 700,00	2 751 466,67
<b>Sous total chaussée et revêtement</b>						<b>212 199 025,33</b>

Prix N°	Elément	Constituant	Unité	Quantité	P.U.	Total
08	<b>ASSAINISSEMENT</b>					
08-13	Assainissement	Maçonnerie de moellons	m3	100,666667	125 000,00	12 583 333,33
08-15		Descente d'eau	ml	25	132 000,00	3 300 000,00
<b>Sous total assainissement</b>						<b>15 883 333,33</b>
Total HTVA=						4 866 833 839,52
TVA (20%)=						973 366 767,90
Total TTC=						5 840 200 607,43
Cout /ml=						73 002 507,59

Tableau 150. Détails quantitatifs et estimatifs

Arrêté les présents détails quantitatifs et estimatifs à la somme de « CINQ MILLIARD HUIT CENT QUARANTE MILLION DEUX CENT MILLE SIX CENT SEPT ARIARY QUARANTE TROIS » ou 5 840 200 607,43Ar y compris la Taxe à la Valeur Ajoutée de « NEUF CENT SOIXANTE TREIZE MILLION TROIS CENT SOIXANTE SIX MILLE SEPT CENT SOIXANTE SEPT ARIARY QUATRE VING DIX » ou 973 366 767,90Ar. Le prix au mètre linéaire est égal à 73 002 507,59Ar/ml.

#### XIX.7. Etude de rentabilité du projet

L'investissement pour un projet est considéré rentable si le flux de recette qu'il rapporte est supérieur à la dépense qu'il représente. Les paramètres nécessaires pour le choix d'investissement sont :

- La Valeur Actuelle Nette ou la VAN;
- Le Taux de Rentabilité Interne ou le TRI ;
- Le Délai de Récupération du Capital Investi ou le DRCI ;
- L'Indice de Profitabilité ou l'IP.

Et la rentabilité d'un projet dépend des conditions ci-après :

- ☞ Une VAN positive ou nulle;
- ☞ Un TRI supérieur ou égale aux taux d'actualisation (12%) ;
- ☞ Un DRCI court, inférieur à la durée de vie du projet ;
- ☞ Une IP supérieure à 1.

##### XIX.7.1. Recette nette annuelle de la commune

Elle définit le bénéfice net de la commune dans une année et s'exprime par :

$$R_n = \text{Recette} - \text{Dépense}$$

### Recettes

La recette est évaluée en fonction du bénéfice sur la production annuelle et du revenu annuel de la commune sur ses multiples activités. On suppose que la recette annuelle de cet ouvrage est de Ar 560 000 000. On a estimé que la recette totale va augmenter d'année en année, avec un taux de croissance du revenu annuel  $i_r = 4\%$

On a :  $r_n = r_a \cdot (1 + i_r)^n$

$r_n$  : Recette à l'année  $n$  ;  $r_a$  : Recette actuelle

### Dépense

A part le coût d'exécution du projet, pour pouvoir maintenir en bon état un ouvrage, il faut bien les entretenir. Les routes et ses ouvrages nécessitent un entretien périodique, au moins tous les 7ans. On fixe alors le coût de cet entretien à 5% de la recette du projet, avec un taux d'accroissement de 6%. La dépense annuelle de la commune est estimée à 2% de la recette annuelle.

Année	Recette annuelle (Ar)	Dépense annuelle (Ar)	Cout d'entretien (Ar)	Recette nette (Ar)
1	560 000 000,00	11 200 000,00	-	548 800 000,00
2	582 400 000,00	11 648 000,00	-	570 752 000,00
3	605 696 000,00	12 113 920,00	-	593 582 080,00
4	629 923 840,00	12 598 476,80	-	617 325 363,20
5	655 120 793,60	13 102 415,87	-	642 018 377,73
6	681 325 625,34	13 626 512,51	-	667 699 112,84
7	708 578 650,36	14 171 573,01	292 794 539,49	401 612 537,86
8	736 921 796,37	14 738 435,93	-	722 183 360,44
9	766 398 668,23	15 327 973,36	-	751 070 694,86
10	797 054 614,96	15 941 092,30	-	781 113 522,66
11	828 936 799,55	16 578 735,99	-	812 358 063,56
12	862 094 271,54	17 241 885,43	-	844 852 386,11
13	896 578 042,40	17 931 560,85	-	878 646 481,55
14	932 441 164,09	18 648 823,28	310 362 211,86	603 430 128,96
15	969 738 810,66	19 394 776,21	-	950 344 034,44
16	1 008 528 363,08	20 170 567,26	-	988 357 795,82
17	1 048 869 497,61	20 977 389,95	-	1 027 892 107,66
18	1 090 824 277,51	21 816 485,55	-	1 069 007 791,96
19	1 134 457 248,61	22 689 144,97	-	1 111 768 103,64
20	1 179 835 538,56	23 596 710,77	-	1 156 238 827,79

Tableau 151. Recette nette annuelle de la commune

### XIX.7.2. Calcul de la VAN

La VAN mesure la création de valeur du projet, elle est donnée par la formule suivante :

$$VAN = \sum_{p=1}^n F_p \cdot (1 + r)^{-p} - I$$

Avec :  $F_p$  = représente les flux net de la trésorerie des années 1 à n appelé « cash-flow » qui

est déterminé par la relation:  $F_p = R_n + A$

$R_n$  = Recette – Dépense : Bénéfices net

A : Amortissement

$I = 5\,840\,200\,607,43$  Ar : Capital initialement investi qui correspond au coût du projet

n : Durée de vie du projet.

### Amortissement

Nous allons adopter à notre projet un taux d'amortissement  $t = 5\%$ , c'est-à-dire l'ouvrage sera amorti après 20 ans. Cet amortissement est calculé par la formule suivante :  $A = I \times t$

D'où :  $A = 5\,840\,200\,607,43 \times 5\% = 292\,010\,030,37$  Ar

### XIX.7.3. Indice de profitabilité : IP

L'indice de profitabilité permet de donner une indication de création de valeur relative.

$$IP = \frac{\sum_{p=1}^n F_p \cdot (1 + r)^{-p}}{I}$$

Année p	Recette nette (Ar)	Flux net Fp (Ar)	$(1 + r)^{-p}$	$F_p(1 + r)^{-p}$
1	548 800 000,00	840 810 030,37	0,89	750 723 241,40
2	570 752 000,00	862 762 030,37	0,80	687 788 608,40
3	593 582 080,00	885 592 110,37	0,71	630 346 971,78
4	617 325 363,20	909 335 393,57	0,64	577 899 081,95
5	642 018 377,73	934 028 408,10	0,57	529 992 802,76
6	667 699 112,84	959 709 143,21	0,51	486 218 519,23
7	402 397 046,98	694 407 077,35	0,45	314 114 496,56
8	722 183 360,44	1 014 193 390,82	0,40	409 615 700,48
9	751 070 694,86	1 043 080 725,23	0,36	376 145 366,38
10	781 113 522,66	1 073 123 553,03	0,32	345 517 063,63
11	812 358 063,56	1 104 368 093,93	0,29	317 479 437,14
12	844 852 386,11	1 136 862 416,48	0,26	291 804 266,42
13	878 646 481,55	1 170 656 511,92	0,23	268 284 258,04
14	604 261 708,62	896 271 738,99	0,20	183 394 955,28
15	950 344 034,44	1 242 354 064,82	0,18	226 973 442,81
16	988 357 795,82	1 280 367 826,19	0,16	208 855 727,58
17	1 027 892 107,66	1 319 902 138,03	0,15	192 236 276,99
18	1 069 007 791,96	1 361 017 822,33	0,13	176 986 199,76
19	1 111 768 103,64	1 403 778 134,01	0,12	162 988 154,61
20	1 156 238 827,79	1 448 248 858,16	0,10	150 135 274,16
			$\Sigma(1 + r)^{-p}$	7 287 499 845,35
			I=	5 840 200 607,43
			VAN=	1 447 299 237,92
			IP=	1,25

Tableau 152. Calcul de VAN et de IP

D'après ce tableau, on trouve :

→ VAN= 1 447 299 237,92 Ar >0 donc c'est acceptable

→ IP = 1,25 > 1 don c'est acceptable

IP=1,25 veut dire que l'investissement génère 1,25 Ar par Ariary investi et crée 0,25 par Ariary investi.

#### XIX.7.4. Détermination du Taux de Rentabilité Interne : TRI

Le taux de rentabilité interne est le taux d'actualisation qui annule la VAN.

Soit  $x = TRI$

En résolvant l'équation suivante on trouve TRI :  $VAN = \sum_{p=1}^n F_p \cdot (1 + x)^{-p} - I = 0$

Après une interpolation linéaire. On a démontré que le TRI est compris entre la VAN

négative et la VAN positive.

En effet : Pour  $r=15 \Rightarrow VAN= 155\,224\,253,79 >0$

Pour  $r=15,5 \Rightarrow VAN= -23\,086\,496,06 <0$

Par interpolation on trouve  $x=TRI=15,44\% >12\%$  (taux d'actualisation bancaire)

#### XIX.7.5. Délai de récupération du capital investi (DRCI)

Le DRCI consiste à déterminer le nombre de période au bout de laquelle le capital investi sera récupéré. Il convient de procéder au cumul des flux net actualisés successifs. En analysant le cumul des flux net actualisés, on aperçoit que le montant du capital investi est compris entre la 12<sup>ème</sup> année et la 13<sup>ème</sup> année.

DRCI = 12,46ans (soit 12ans, 5mois et 16jour.) < 50ans (durée de vie du projet)

D'où le projet est rentable.