

République du Burundi

PROJET SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES (SYSAD)

PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ KABURANTWA RIVE DROITE

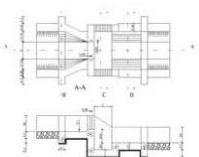
BLOC 01

COMMUNE BUKINANYANA - PROVINCE BUJUMBURA -

BURUNDI

BDI23008-10045

Mémoire Technique



Version Finale

Mai 2026

Fiche signalétique

Pays	BURUNDI
Projet	Projet Systèmes Alimentaires Durables (SysAD)
Étude	Périmètre Irrigué Kaburantwa en Rive Droite – BLOC #01 - Commune Bukinanyana - Province Bujumbura - Burundi - BDI23008-10045
Phase	DAO
Document	Mémoire Technique
Version	Version finale
Consultant	SHER Ingénieurs Conseils s.a.

Référence : BUR 68
Tel : +32 (0) 81 327 980
E-mail : sher@sher.be

N°	Date	Contenu	Préparé par :	Vérifié par :
1	22/04/2026	Mémoire technique Bloc 01– Version provisoire	Michel-Henri Bourge	Michel-Henri Bourge
2	18/05/2026	Mémoire technique Bloc 01– Version finale	Michel-Henri Bourge	Michel-Henri Bourge
3	20/05/2026	Mémoire technique Bloc 01– Version définitive	Michel-Henri Bourge	Michel-Henri Bourge
4				

Tables des matières

1	Introduction et contexte	1
2	Principes généraux d'aménagement	3
2.1	Système d'irrigation	3
2.2	Découpage hydraulique et mode de distribution	3
2.3	Dimensionnement des canaux.....	4
2.4	Réseau de drainage	10
2.5	Pistes d'accès et de circulation	11
2.6	Ouvrages types.....	12
2.6.1	Ouvrages du réseau d'irrigation et de drainage	13
2.6.2	Ouvrages du réseau d'accès.....	15
3	Propositions d'aménagement.....	16
3.1	Présentation de l'aménagement.....	16
3.1.1	Organisation générale du réseau d'irrigation	16
3.1.2	Synthèse des superficies aménagées	19
3.2	Réseau d'irrigation	20
3.2.1	Débits de dimensionnement et terrassements des canaux d'irrigation.....	20
3.2.2	Ouvrages du réseau d'irrigation.....	22
3.2.3	Métré récapitulatif des travaux sur le réseau d'irrigation	22
3.3	Réseau de drainage	22
3.3.1	Débits de dimensionnement des drains	25
3.3.2	Terrassement des drains	25
3.3.3	Ouvrages du réseau de drainage	25
3.3.4	Métré récapitulatif des travaux sur le réseau de drainage.....	25
3.4	Réseau d'accès au Bloc# 01.....	26
3.4.1	Circulation piétons – Passerelles sur canaux et drains	26
3.4.2	Réhabilitation des pistes transversales.....	26
3.4.3	Métré récapitulatif des travaux sur le réseau d'accès au Bloc#01es	26
4	Devis quantitatif général du Bloc #01	28
Annexe 1.	Liste des plans des ouvrages	29
Annexe 2.	Liste des bornes.....	33

Liste des Figures

Figure 1 – Collines de la Commune de Bukinanyana	1
Figure 2 - Réseau d'irrigation et de drainage - Schéma de principe	4
Figure 3 - Caractéristiques principales des canaux	5
Figure 4 - Profil type des canaux d'irrigation	10
Figure 5 - Profil type des arroseurs	10
Figure 6 - Prise pour arroseur	14
Figure 7 – Présentation schématique générale de l'aménagement proposé	17
Figure 8 – Présentation schématique du Bloc #01 et rive droite de la Kaburantwa	18
Figure 9 – Réseau de drainage : localisation des drain et thalwegs	24

Liste des Tableaux

Tableau 1 – Liste des collines composant la Commune de Bukinanyana	1
Tableau 2 – Récapitulatif des superficies dominées par le réseau d'irrigation proposé et longueur des canaux primaires.....	2
Tableau 3 - Caractéristiques des canaux en terre (1/2)	7
Tableau 4 - Caractéristiques des canaux en terre (2/2)	7
Tableau 5 - Caractéristiques des canaux en maçonnerie de moellons (1/2).....	8
Tableau 6 - Caractéristiques des canaux en maçonnerie de moellons (2/2).....	9
Tableau 7 - Vitesse en fonction de la pente dans les canaux arroseurs	10
Tableau 8 - Ouvrages types – Codes et description	13
Tableau 9 – Récapitulatif des superficies dominées par le réseau d'irrigation proposé.....	19
Tableau 10 – Réseau d'irrigation du Bloc #01 – Débit de dimensionnement	20
Tableau 11 – Bloc #01 - Ouvrages du réseau d'irrigation	21
Tableau 12 – Avant-Métré récapitulatif – Terrassement du réseau d'irrigation – Bloc #01	22
Tableau 13 – Avant-Métré récapitulatif - Ouvrages du réseau d'irrigation – Bloc #01	22
Tableau 14 –Réseau de drainage du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa - Synthèse superficies drainées et débits de projet	25
Tableau 15 – Avant-Métré récapitulatif - Travaux de terrassements sur le réseau de drainage du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa	25
Tableau 16 - Avant-Métré récapitulatif – Ouvrages du réseau de drainage du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa	25
Tableau 17 – Bloc #01 - Liste des pistes transversales soumises à une intervention.....	26
Tableau 18 – Ouvrages prévus sur les pistes transversales du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa	26
Tableau 19 – Avant-Métré récapitulatif – Terrassements des pistes transversales du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa	27
Tableau 20 – Avant-Métré récapitulatif - Ouvrages du réseau d'accès au Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa	27
Tableau 21 – Devis quantitatif – Aménagement du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa.....	28
Tableau 22 – Coordonnées des bornes du levé topographique	33

1 Introduction et contexte

Les activités s'inscrivent dans le cadre du projet Systèmes Alimentaires Durables (SysAD/Enabel) vise comme objectif global de « Contribuer à la transformation des systèmes alimentaires afin d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages les plus vulnérables ».

La réalisation d'aménagements hydro-agricoles des périmètres irrigués Kaburantwa en commune Bukinanyana avec mobilisation des ressources en eau de la rivière Kaburantwa a été initiée par le Programme Régional de Développement Agricole Intégré dans les Grands Lacs (PRDAIGL) sous financement de la Banque Mondiale.

La zone d'étude est située dans la plaine de la Rusizi en commune de Bukinanyana. Province de Bujumbura.

Les sites potentiellement aménageables sont localisés dans les collines de Gasenye-Centre, Gasenye-Rural, Kaburantwa et Kansega. et Ndava.

La zone administrative Buganda est accessible par la Route Nationale n°5 (RN5) – asphaltée - qui relie Bujumbura au Rwanda, par la frontière de Ruhwa. Cette route traverse la zone Buganda selon un axe Nord-Sud. Elle constitue la principale infrastructure de désenclavement de cette entité administrative.

L'intérieur de la zone est desservi par des pistes secondaires appelées « transversales » et « dorsales » qui ont été tracées dans le cadre de l'aménagement des paysannats.

Les études ont démontré la possibilité d'aménager 2 546 ha sur les deux rives de la rivière Kaburantwa.

L'aménagement dans sa globalité permet l'irrigation de 2 546 ha de parcelles agricoles auxquels s'ajoute une superficie de 97 ha correspondant aux jardins de cases et vergers situés dans les zones d'habitat le long des pistes transversales.

Le tableau suivant présente la synthèse des superficies aménagées.

Tableau 2 – Récapitulatif des superficies dominées par le réseau d'irrigation proposé et longueur des canaux primaires

	Superficies aménagées ha.
Aménagement	2 546.1
Rive Droite	1 599.9
Bloc_CTM-RD	16.8
Bloc #01	453.7*
Bloc #02	621.8
Bloc #03	507.6
Rive Gauche	946.2
Bloc_CTM-RG	130.3
Bloc #04	185.3
Bloc #05	211.7
Bloc #06	418.9

*Note : * Dont 5.3 ha sur le S01.03 et 15.1ha sur le S01.04 sont en cours d'urbanisation*

Ces superficies aménagées se répartissent de part et d'autre de la rivière Kaburantwa, depuis l'agglomération de Buganda, jusqu'à l'agglomération de Ndava.

Elles se répartissent également de part et d'autre de la route nationale RN5, depuis le piémont des collines de la crête Congo-Nil, jusqu'à la rivière Rusizi.

L'alimentation en eau de l'aménagement est assurée par une seule prise sur la Kaburantwa, située à environ 300 m en aval de la centrale KABU-16.

Le présent mémoire technique présente les infrastructures d'irrigation proposées pour le Bloc#01 et le Bloc CTM-RD en rive droite de la rivière Kaburantwa.

Une attention particulière devra être accordée à la délimitation de la zone à aménager avant la préparation des plans d'exécution. En effet, une évolution rapide et parfois non maîtrisée de l'urbanisation est observée du côté de la RN5 ainsi que le long des voies transversales. Cette dynamique d'extension des habitations pourrait avoir une incidence sur les emprises disponibles et, par conséquent, sur les tracés des canaux proposés dans le présent mémoire technique.

Ainsi, la délimitation définitive de la zone d'intervention devra être confirmée sur le terrain, en concertation avec les parties concernées, afin d'adapter, si nécessaire, les tracés des ouvrages et de prévenir tout conflit d'occupation ou toute contrainte lors de l'exécution des travaux.

2 Principes généraux d'aménagement

2.1 Système d'irrigation

Le réseau d'irrigation est conçu pour être à la fois simple à utiliser, efficace dans l'emploi de l'eau, facile à entretenir et le moins cher possible au vu des autres conditions.

Les principales caractéristiques des réseaux d'irrigation qui répondent à ces prescriptions sont reprises ci-dessous.

- Des canaux primaires /secondaires en terre ou revêtus selon leur capacité et la qualité des terrains de fondation découpant l'intégralité de la zone aménagée sur base du maillage généré par les transversales du paysannat.
- Des canaux tertiaires et quaternaires en terre ou revêtus selon la qualité des terrains de fondation, placés à intervalles réguliers en fonction de la topographie et des spécificités des secteurs à irriguer, de façon à optimiser la distribution de l'eau d'irrigation.
- Des canaux modulaires faciles à transposer à d'autres situations, adaptés au débit à fournir et fonctionnant en tout ou rien pour renforcer leur efficacité et faciliter leur utilisation.
- Un ensemble d'ouvrages types de régulation et de distribution standardisés, réalisés principalement en maçonnerie de moellons faciles à construire et à réparer par des ressources disponibles localement, simples à utiliser et entretenir.

2.2 Découpage hydraulique et mode de distribution

Une **zone** correspond à l'ensemble de la superficie alimentée par un **canal de tête morte**. Elle regroupe un ensemble de blocs. Les aménagements étudiés comportent 2 zones en rive droite et rive gauche de la Kaburantwa.

Une zone comporte plusieurs **blocs** alimentés chacun par un canal primaire. Les zones « Rive Droite » et « Rive Gauche » sont divisées chacune en 3 blocs.

A l'intérieur d'un bloc, chaque **secteur** est alimenté par un canal secondaire à partir d'une prise construite sur le canal primaire dont il dépend. Un secteur peut être subdivisé en **sous-secteurs** alimentés par des canaux tertiaires voire quaternaires en fonction de la complexité du réseau imposé par les contraintes topographiques

Le périmètre à irriguer est situé dans une zone de piémont à morphologie généralement large, entrecoupée par des pistes transversales parallèles le long desquelles des habitations sont construites. Les secteurs ont donc des superficies variables en fonction de l'organisation du terroir et des particularités topographiques.

Le découpage en zones hydrauliques, blocs et secteurs est réalisé pour obtenir des entités à irriguer gérables par un nombre limité d'exploitants.

Chaque secteur est divisé en **quartiers** hydrauliques regroupant plusieurs parcelles irriguées par un **arroiseur** alimenté par une prise simplifiée TOR « tout ou rien » en PVC DN 110 dont le débit est de 12 l/s sous condition standard, à partir du canal secondaire, tertiaire ou quaternaire en fonction des particularités du réseau imposées par la topographie.

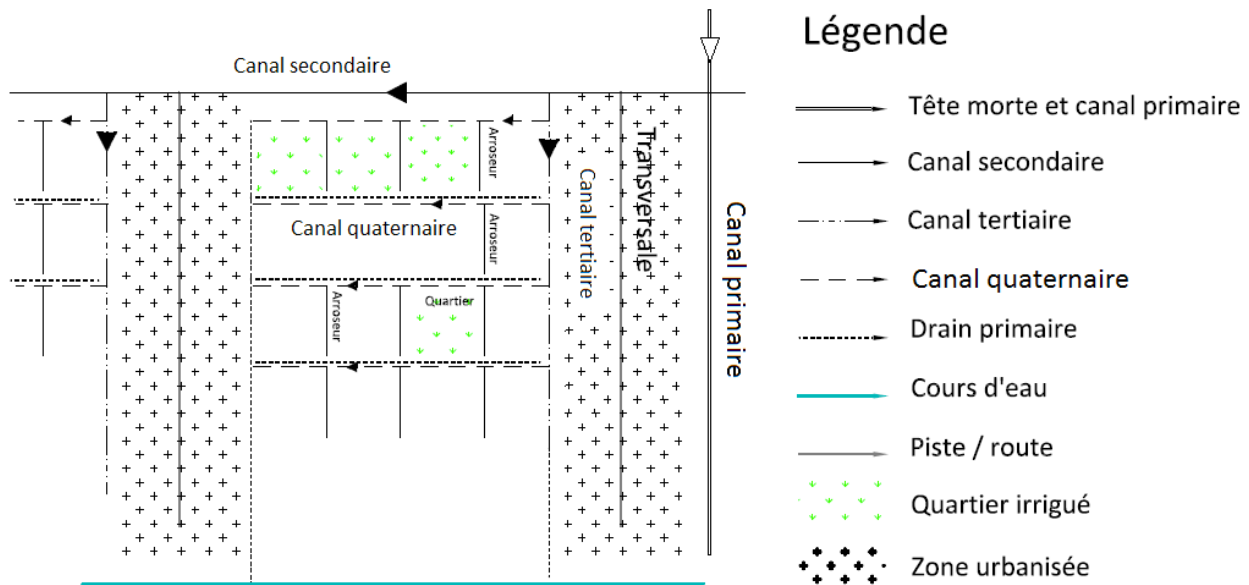
Pour assurer le fonctionnement des prises pour les arroseurs sur un canal d'irrigation, celles-ci sont regroupées par 3 ou un multiple de 3 selon la superficie du secteur à irriguer :

- Pour un canal 36 l/s : on irriguera par groupe de 3 prises pour arroseurs (3 x 12 l/s);
- Pour un canal de 72 l/s : ce sera 6 prises pour arroseurs (6 x 12 l/s) qui seront ouvertes en même temps;
- Pour un canal 108 l/s : ce sera 9 prises (9 x 12 l/s) et ainsi de suite...

Le drainage est assuré par un réseau de drains placés à l'intérieur des quartiers et des secteurs et conduisant au réseau hydrographique naturel le plus proche.

La figure ci-dessous présente le schéma de principe adopté pour le réseau d'irrigation.

Figure 2 - Réseau d'irrigation et de drainage - Schéma de principe



La distribution de l'eau d'irrigation est assurée à partir d'un ensemble de canaux et d'ouvrages qui constituent le réseau d'irrigation. De la ressource en eau jusqu'à la parcelle, on distingue :

- L'ouvrage de prise qui est un seuil de dérivation permettant de prélever l'eau d'irrigation dans la rivière Kaburantwa ;
- Les canaux de tête morte (CTM) alimentés par la prise et qui conduisent l'eau jusqu'aux canaux primaires (CP) ;
- Les canaux primaires (CP) qui transportent l'eau d'irrigation vers des canaux secondaires (CS) en tête de chaque bloc à irriguer ;
- Les canaux tertiaires (CT) qui alimentent un secteur ;
- Les canaux quaternaires (CQ) qui alimentent les différents quartiers et délivrent l'eau aux arroseurs via des prises "TOR" ;
- Les arroseurs qui assurent l'irrigation des parcelles d'un quartier.

2.3 Dimensionnement des canaux

En général, le dimensionnement des canaux, qui porte essentiellement sur leur section (tirant d'eau « Yu », largeur au plafond « b », la pente des berges « m » et la revanche « R »), repose sur l'hypothèse d'un écoulement permanent et uniforme. La formule de Manning-Strickler est utilisée pour les divers calculs (voir encadré ci-dessous).

Chaque quartier est irrigué par un canal arroseur, alimenté à partir d'un canal d'irrigation par une prise simplifiée TOR « tout ou rien ». Les canaux arroseurs sont dimensionnés pour un débit de 12 l/s. Théoriquement, un orifice de diamètre 110 mm, permet de délivrer un débit de 12 l/s sous une charge de 0.3 m d'eau. Un tuyau PVC 110 sera utilisé pour garantir le débit de 12 l/s dans l'arroseur. La charge est éventuellement obtenue par le placement d'un petit batardeau intégré dans la prise TOR sur le canal au moment de l'arrosage.

Le débit théorique des canaux d'irrigation est calculé en multipliant la superficie du quartier desservi par le débit fictif continu maximum défini par les besoins en eau des cultures majoré d'un coefficient de sécurité. Pour assurer le fonctionnement de groupes de 3, 6 ou 9 prises pour arroseurs, le débit de projet est fixé au multiple de 36 l/s (3 x 12 l/s) directement supérieur au débit théorique calculé.

Le débit des canaux principaux est la somme des débits respectifs des canaux d'irrigation qu'ils alimentent.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des canaux et les débits théoriques et nominaux correspondant. La formule de Manning est appliquée.

$Q = SV$	Q : débit en m ³ /s
$S = Y_u \cdot B + Y_u^2 m$	Y _u : hauteur d'eau en m
$P = B + 2Y_u \sqrt{1 + m^2}$	b : largeur au fond en m
$R = \frac{S}{P}$	m : pente des berges en m/m
$V = (1/n) R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$ (Manning)	S : section d'écoulement en m ²
	P : périmètre mouillé en m
	R _h : rayon hydraulique en m
	V : vitesse d'écoulement en m/s
	n : coefficient de rugosité
	I : pente en long du canal en m/m

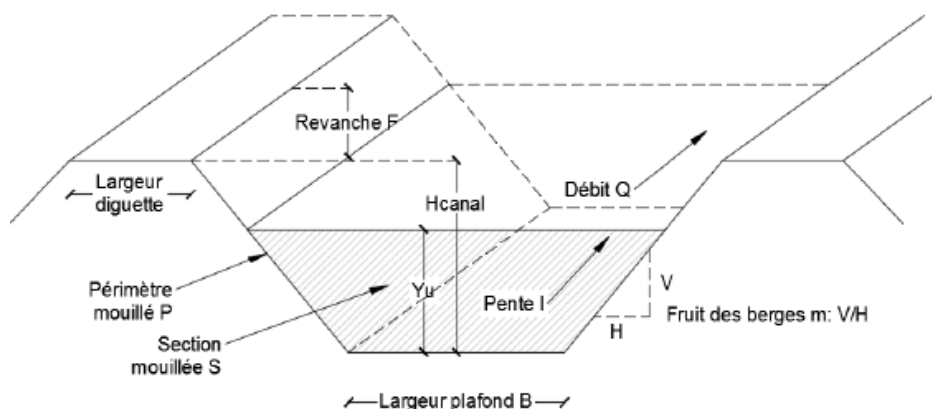


Figure 3 - Caractéristiques principales des canaux

Le coefficient de rugosité (n) est fonction du type de surface du canal : 0.033 pour un canal en terre, 0.025 pour un canal en maçonnerie de moellons.

Le gabarit des canaux d'irrigation est standardisé :

- Pour des petits canaux et les sols comportant une fraction argileuse importante, l'expérience montre qu'une pente de talus de 3V/2H est stable ;
- Une revanche de minimum 0.15 à 0.2 m et une diguette en remblai d'une largeur de 0.5 à 1m doivent être prévues en fonction du débit du canal.

Les vitesses maximales acceptables varient en fonction du type de sol :

- 0.3 à 0.7 m/s pour des sols sableux ;
- 0.5 à 0.7 m/s pour des limons sableux ;
- 0.6 à 0.9 m/s pour des limons argileux ;
- 0.9 à 1.5 m/s pour des sols argileux ;
- 2.5 m/s pour des canaux en maçonnerie de moellons.

Les tableaux ci-dessous présentent les caractéristiques principales des canaux en terre et des canaux revêtus en maçonnerie de moellons.

Tableau 3 - Caractéristiques des canaux en terre (1/2)

		Paramètre		Unité	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432	468	504	540	576	612	648	684	720
		Débit	Q	m3/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47	0.50	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72
		Largeur au fond	b	m	0.50	0.50	0.65	0.65	0.75	0.75	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.95	0.95	0.95	0.95	1.05	1.05	1.10	1.10	1.10
		Revanche	R	m	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		Fruit des talus v/h	it	m/m	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
		Largeur diguette	Ldig	m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
		Coef. Manning	n	-	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
		Hauteur du canal	Hc	m	0.40	0.50	0.60	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.85	0.85	0.85	0.85	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Pente m/m	0,001	Hauteur d'eau	Yu	m	0.22	0.33	0.36	0.42	0.44	0.49	0.51	0.54	0.58	0.62	0.65	0.65	0.68	0.71	0.73	0.72	0.75	0.76	0.78	0.80
		Vitesse	Vu	m/s	0.26	0.31	0.34	0.37	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.53	0.54	0.55
	0,002	Hauteur d'eau	Yu	m	0.18	0.27	0.29	0.35	0.36	0.41	0.41	0.45	0.48	0.51	0.54	0.53	0.56	0.58	0.60	0.59	0.62	0.62	0.64	0.66
		Vitesse	Vu	m/s	0.33	0.40	0.44	0.47	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60	0.61	0.62	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71
	0,003	Hauteur d'eau	Yu	m	0.16	0.24	0.26	0.31	0.32	0.36	0.37	0.40	0.43	0.45	0.48	0.47	0.50	0.52	0.54	0.53	0.55	0.55	0.57	0.59
		Vitesse	Vu	m/s	0.38	0.46	0.51	0.55	0.58	0.52	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82
	0,004	Hauteur d'eau	Yu	m	0.14	0.22	0.24	0.28	0.30	0.36	0.34	0.36	0.39	0.42	0.44	0.43	0.46	0.48	0.49	0.49	0.50	0.51	0.52	0.54
		Vitesse	Vu	m/s	0.42	0.51	0.56	0.61	0.64	0.61	0.69	0.72	0.75	0.77	0.79	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91

Tableau 4 - Caractéristiques des canaux en terre (2/2)

		Paramètre		Unité	756	792	828	864	900	936	972	1008	1044	1080	1116	1152	1188	1224	1260	1296	1332	1368
		Débit	Q	m3/s	0.76	0.79	0.83	0.86	0.90	0.94	0.97	1.01	1.04	1.08	1.12	1.15	1.19	1.22	1.26	1.30	1.33	1.37
		Largeur au fond	b	m	1.10	1.10	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	1.30	1.30	1.30	1.30	1.40	1.40	1.40	1.50	1.50	1.50	1.50
		Revanche	R	m	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
		Fruit des talus v/h	it	m/m	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
		Largeur diguette	Ldig	m	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Coef. Manning	n	-	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
		Hauteur du canal	Hc	m	1.00	1.05	1.10	1.10	1.10	1.10	1.15	1.20	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Pente m/m	0,001	Hauteur d'eau	Yu	m	0.82	0.85	0.87	0.85	0.87	0.89	0.91	0.89	0.91	0.93	0.94	0.93	0.94	0.96	0.94	0.96	0.97	0.99
		Vitesse	Vu	m/s	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.61	0.61	0.62	0.62	0.63	0.63	0.63	0.64	0.64
	0,002	Hauteur d'eau	Yu	m	0.68	0.70	0.71	0.70	0.72	0.73	0.75	0.73	0.75	0.76	0.78	0.76	0.77	0.79	0.77	0.78	0.80	0.81
		Vitesse	Vu	m/s	0.72	0.73	0.74	0.74	0.75	0.76	0.76	0.77	0.78	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.83
	0,003	Hauteur d'eau	Yu	m	0.60	0.62	0.64	0.62	0.64	0.65	0.67	0.65	0.66	0.68	0.69	0.68	0.69	0.70	0.68	0.70	0.71	0.72
		Vitesse	Vu	m/s	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96
	0,004	Hauteur d'eau	Yu	m	0.56	0.57	0.59	0.57	0.59	0.60	0.61	0.60	0.61	0.62	0.64	0.62	0.63	0.64	0.63	0.64	0.65	0.66
		Vitesse	Vu	m/s	0.93	0.94	0.95	0.95	0.97	0.98	0.99	0.99	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.04	1.05	1.06	1.07

Tableau 5 - Caractéristiques des canaux en maçonnerie de moellons (1/2)

		Paramètre	Unité	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432	468	504
Pente m/m	0.0005	Largeur au fond	b	m	0.50	0.50	0.65	0.65	0.75	0.75	0.85	0.90	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
		Fruit des talus	it	m/m	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
		Cavalier	L	m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
		Manning	n	-	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	0.001	Hauteur du canal	Hc	m	0.40	0.50	0.60	0.65	0.65	0.75	0.75	0.85	0.85	0.85	0.95	1.00	1.00
		Ep. revêtement	e	m	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.27	0.42	0.45	0.55	0.57	0.64	0.65	0.70	0.73	0.75	0.80	0.81	0.86
	0.0015	Revanche	R	m	0.13	0.08	0.15	0.10	0.08	0.11	0.10	0.15	0.12	0.10	0.15	0.14	0.14
		Vitesse	Vu	m/s	0.24	0.28	0.31	0.34	0.36	0.37	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.21	0.34	0.36	0.43	0.45	0.51	0.51	0.56	0.58	0.60	0.63	0.65	0.68
	0.002	Revanche	R	m	0.19	0.16	0.24	0.22	0.20	0.24	0.24	0.29	0.27	0.25	0.32	0.30	0.32
		Vitesse	Vu	m/s	0.31	0.37	0.41	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.55	0.56	0.58	0.59
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.19	0.29	0.31	0.38	0.39	0.44	0.45	0.49	0.51	0.52	0.56	0.60	0.63
	0.0025	Revanche	R	m	0.21	0.21	0.29	0.27	0.26	0.31	0.30	0.36	0.34	0.33	0.39	0.39	0.40
		Vitesse	Vu	m/s	0.36	0.43	0.47	0.51	0.54	0.56	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.67	0.68
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.17	0.27	0.29	0.35	0.36	0.40	0.41	0.44	0.46	0.47	0.50	0.51	0.54
	0.003	Revanche	R	m	0.23	0.23	0.31	0.30	0.29	0.35	0.34	0.41	0.39	0.38	0.45	0.44	0.46
		Vitesse	Vu	m/s	0.40	0.48	0.53	0.57	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73	0.75	0.76
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.15	0.25	0.26	0.32	0.33	0.37	0.38	0.41	0.43	0.44	0.47	0.48	0.50
	0.0035	Revanche	R	m	0.25	0.25	0.34	0.33	0.32	0.38	0.37	0.44	0.42	0.41	0.48	0.47	0.50
		Vitesse	Vu	m/s	0.43	0.52	0.57	0.62	0.65	0.68	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.83
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.14	0.23	0.25	0.30	0.31	0.35	0.36	0.39	0.40	0.41	0.44	0.45	0.50
	0.004	Revanche	R	m	0.26	0.27	0.35	0.35	0.34	0.40	0.39	0.46	0.45	0.44	0.51	0.50	0.53
		Vitesse	Vu	m/s	0.45	0.55	0.61	0.66	0.70	0.73	0.76	0.78	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.14	0.22	0.24	0.29	0.30	0.34	0.34	0.37	0.38	0.39	0.42	0.43	0.45
	0.0045	Revanche	R	m	0.26	0.28	0.36	0.36	0.35	0.41	0.41	0.48	0.47	0.46	0.53	0.52	0.55
		Vitesse	Vu	m/s	0.48	0.59	0.64	0.70	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.13	0.21	0.23	0.27	0.28	0.32	0.32	0.35	0.36	0.38	0.40	0.41	0.43
	0.005	Revanche	R	m	0.27	0.29	0.37	0.38	0.37	0.43	0.43	0.50	0.49	0.47	0.55	0.54	0.57
		Vitesse	Vu	m/s	0.50	0.62	0.68	0.73	0.77	0.81	0.84	0.87	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.13	0.20	0.22	0.26	0.27	0.31	0.31	0.34	0.35	0.36	0.39	0.39	0.41
	0.008	Revanche	R	m	0.27	0.30	0.38	0.39	0.38	0.44	0.44	0.51	0.50	0.49	0.56	0.56	0.59
		Vitesse	Vu	m/s	0.53	0.64	0.70	0.76	0.80	0.85	0.88	0.91	0.94	0.96	0.99	1.00	1.03
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.12	0.20	0.21	0.25	0.26	0.30	0.30	0.33	0.34	0.35	0.37	0.38	0.40
	0.008	Revanche	R	m	0.28	0.30	0.39	0.40	0.39	0.45	0.45	0.52	0.51	0.50	0.58	0.57	0.60
		Vitesse	Vu	m/s	0.54	0.67	0.73	0.79	0.84	0.88	0.91	0.94	0.97	1.00	1.02	1.04	1.07
		Débit	Q	m³/s	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.47
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.11	0.17	0.18	0.22	0.23	0.25	0.26	0.28	0.29	0.30	0.32	0.32	0.34
	0.008	Revanche	R	m	0.29	0.33	0.42	0.43	0.42	0.50	0.49	0.57	0.56	0.55	0.63	0.63	0.66
		Vitesse	Vu	m/s	0.64	0.79	0.86	0.94	0.99	1.04	1.07	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.26

Tableau 6 - Caractéristiques des canaux en maçonnerie de moellons (2/2)

		Tableau 1 - Caractéristiques des canaux en moyenne de section (7/2)																
		Paramètre		Unité	540	576	612	648	684	720	1008	1080	1872	2448	2736	2844	2880	3456
		Largeur au fond	b	m	1.05	1.05	1.10	1.10	1.15	1.15	1.35	1.40	2.25	2.90	3.25	3.30	3.40	4.00
		Fruit des talus	it	m/m	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
		Cavalier	L	m	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Manning	n	-	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
		Hauteur du canal	Hc	m	1.05	1.05	1.05	1.10	1.10	1.15	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
		Ep. revêtement	e	m	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Pente m/m	0.0005	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.91	0.95	0.95	0.99	0.99	1.02	1.13	1.15	1.15	1.13	1.12	1.13	1.11	1.11
		Revanche	R	m	0.14	0.10	0.10	0.11	0.11	0.13	0.12	0.10	0.10	0.12	0.13	0.12	0.14	0.14
		Vitesse	Vu	m/s	0.47	0.47	0.48	0.49	0.49	0.50	0.55	0.56	0.64	0.68	0.70	0.70	0.70	0.73
	0.001	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.72	0.75	0.76	0.79	0.79	0.81	0.90	0.92	0.91	0.90	0.89	0.90	0.89	0.89
		Revanche	R	m	0.33	0.30	0.29	0.31	0.31	0.34	0.35	0.33	0.34	0.35	0.36	0.35	0.36	0.36
		Vitesse	Vu	m/s	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.65	0.71	0.72	0.83	0.87	0.89	0.90	0.90	0.92
	0.0015	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.63	0.66	0.66	0.69	0.69	0.71	0.79	0.80	0.80	0.79	0.78	0.79	0.78	0.78
		Revanche	R	m	0.42	0.39	0.39	0.41	0.41	0.44	0.46	0.45	0.45	0.46	0.47	0.46	0.47	0.47
		Vitesse	Vu	m/s	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.83	0.84	0.96	1.01	1.02	1.03	1.03	1.06
	0.002	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.57	0.60	0.60	0.62	0.63	0.65	0.71	0.73	0.73	0.72	0.71	0.72	0.71	0.71
		Revanche	R	m	0.48	0.45	0.45	0.48	0.47	0.50	0.54	0.52	0.52	0.53	0.54	0.53	0.54	0.54
		Vitesse	Vu	m/s	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.92	0.94	1.06	1.11	1.13	1.14	1.14	1.17
	0.0025	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.53	0.56	0.56	0.58	0.58	0.60	0.66	0.68	0.67	0.67	0.66	0.67	0.66	0.66
		Revanche	R	m	0.52	0.49	0.49	0.52	0.52	0.55	0.59	0.57	0.58	0.58	0.59	0.58	0.59	0.59
		Vitesse	Vu	m/s	0.86	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	1.00	1.02	1.15	1.20	1.22	1.23	1.23	1.26
	0.003	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.50	0.52	0.52	0.55	0.55	0.57	0.62	0.64	0.64	0.63	0.62	0.63	0.62	0.62
		Revanche	R	m	0.55	0.53	0.53	0.55	0.55	0.58	0.63	0.61	0.61	0.62	0.63	0.62	0.63	0.63
		Vitesse	Vu	m/s	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.99	1.07	1.09	1.22	1.28	1.30	1.31	1.31	1.34
	0.0035	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.48	0.50	0.50	0.52	0.52	0.54	0.59	0.60	0.60	0.60	0.59	0.60	0.59	0.59
		Revanche	R	m	0.57	0.55	0.55	0.58	0.58	0.61	0.66	0.65	0.65	0.65	0.66	0.65	0.66	0.66
		Vitesse	Vu	m/s	0.97	0.99	1.00	1.02	1.03	1.04	1.13	1.15	1.29	1.35	1.37	1.38	1.38	1.41
	0.004	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.45	0.47	0.48	0.50	0.50	0.51	0.57	0.58	0.58	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
		Revanche	R	m	0.60	0.58	0.57	0.60	0.60	0.64	0.68	0.67	0.67	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
		Vitesse	Vu	m/s	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.19	1.21	1.35	1.41	1.43	1.44	1.44	1.47
	0.0045	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.44	0.46	0.46	0.48	0.48	0.49	0.55	0.56	0.56	0.55	0.54	0.55	0.54	0.54
		Revanche	R	m	0.61	0.59	0.59	0.62	0.62	0.66	0.70	0.69	0.69	0.70	0.71	0.70	0.71	0.71
		Vitesse	Vu	m/s	1.06	1.08	1.10	1.12	1.13	1.15	1.24	1.26	1.41	1.47	1.49	1.50	1.50	1.53
	0.005	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.42	0.44	0.44	0.46	0.46	0.48	0.53	0.54	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
		Revanche	R	m	0.63	0.61	0.61	0.64	0.64	0.67	0.72	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
		Vitesse	Vu	m/s	1.11	1.13	1.14	1.16	1.17	1.19	1.29	1.31	1.46	1.52	1.54	1.55	1.55	1.59
	0.008	Débit	Q	m³/s	0.54	0.58	0.61	0.65	0.68	0.72	1.01	1.08	1.87	2.45	2.74	2.84	2.88	3.46
		Hauteur d'eau	Yu	m	0.36	0.38	0.38	0.39	0.39	0.41	0.45	0.46	0.46	0.46	0.45	0.46	0.45	0.45
		Revanche	R	m	0.69	0.67	0.67	0.71	0.71	0.74	0.80	0.79	0.79	0.79	0.80	0.79	0.80	0.80
		Vitesse	Vu	m/s	1.31	1.34	1.35	1.37	1.39	1.41	1.53	1.55	1.72	1.78	1.80	1.82	1.81	1.85

La figure ci-dessous présente le profil type des canaux.

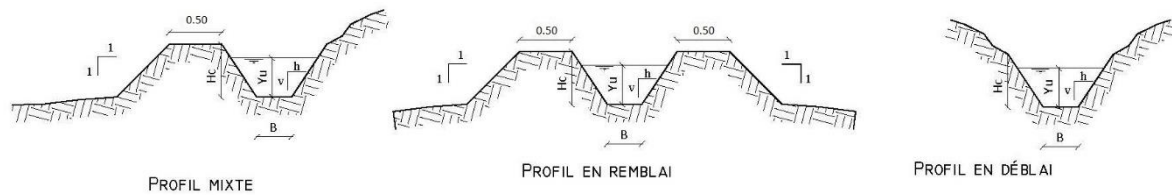


Figure 4 - Profil type des canaux d'irrigation

Les arroseurs ont une largeur de 0.3m en plafond et une profondeur de 0.35 m. Leur pente est adaptée au terrain, mais pour assurer un écoulement gravitaire une pente longitudinale située entre 0.5‰ et 2‰ devra être respectée autant que possible. Cette gamme de pente permet de garder une vitesse de l'eau inférieure à 0.75m/s pour un débit de 12l/s. Le profil type des arroseurs est présenté ci-dessous. La longueur maximale des arroseurs ne doit pas dépasser 300m dans la mesure du possible.

Tableau 7 - Vitesse en fonction de la pente dans les canaux arroseurs

Code	Dénomination	Unité	Valeurs						
ir	Pente longitudinale	m/m	0.0005	0.001	0.002	0.005	0.01	0.02	0.05
Q	Débit	l/s	12						
Yu	Hauteur uniforme	m	0.17	0.14	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05
V	Vitesse	m/s	0.15	0.19	0.25	0.34	0.42	0.55	0.79

Les arroseurs sont implantés définitivement au moment de l'exécution des travaux le long des canaux d'irrigation ou à l'intérieur des quartiers hydrauliques de manière à dominer les parcelles et à respecter au mieux le parcellaire.

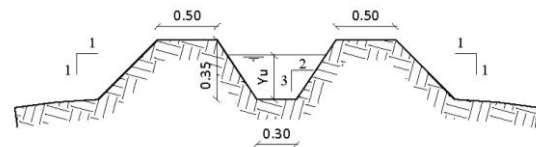


Figure 5 - Profil type des arroseurs

2.4 Réseau de drainage

Le réseau de drainage est constitué des drains et thalwegs naturels et ceux créés spécifiquement pour les besoins de l'aménagement.

Les drains collecteurs conduisent les eaux de drainage au réseau hydrographique existant en suivant un tracé le plus direct possible tout en respectant les contraintes topographiques. C'est pourquoi le réseau de drainage ne suit pas la même organisation que le réseau d'irrigation. En effet, un même drain collecteur peut récolter l'eau de plusieurs blocs.

Pour simplifier et standardiser les ouvrages sur le réseau de drainage, les drains ont une section trapézoïdale et un gabarit multiple de 36 l/ identique à celui pour le réseau d'irrigation.

Le dimensionnement suit aussi les mêmes principes que ceux appliqués pour les canaux d'irrigation : le débit est la somme des débits respectifs générés par les superficies qu'ils drainent.

Les règles suivantes sont adoptées pour le dimensionnement des drains collecteurs:

- Le réseau de drainage doit permettre la vidange des casiers rizicoles - liée aux opérations culturales - dans un délai acceptable pour le périmètre dans son ensemble ;
- Le dimensionnement du réseau de drainage doit tenir compte de la probabilité que la vidange des casiers rizicoles survienne à un moment où les pluies sont les plus abondantes augmentant ainsi le volume d'eau à évacuer ;
- Les pluies les plus dommageables ne sont pas les averses exceptionnelles qui surviennent en début de saison des pluies : elles surviennent en début de cycle cultural, lorsque les casiers ne sont pas encore remplis et l'aménagement consomme beaucoup d'eau d'irrigation. Lorsqu'une telle averse

survient, une partie de celle-ci sera consommée en remplacement de l'eau d'irrigation (remplissage des casiers). Le solde sera rejeté dans le réseau de drainage qui est encore peu sollicité. L'aménagement en lui-même a donc un pouvoir tampon par rapport à ce type d'averse.

- Les averses les plus critiques sont les averses de longue durée, en milieu de cycle cultural, lorsque les casiers sont déjà remplis, que le système consomme peu d'eau d'irrigation et que le réseau de drainage est déjà bien sollicité. Le pouvoir tampon de l'aménagement est alors nul. Si le réseau de drainage n'est pas dimensionné pour ces circonstances, on peut rapidement aboutir à une situation où le périmètre est complètement recouvert d'une lame d'eau difficile à évacuer. Le dimensionnement considère cette situation en supposant que l'ensemble de la précipitation décadaire tombe en une journée.

Le calcul du débit de dimensionnement suppose que :

- La lame d'eau à évacuer lors de la vidange des casiers est de l'ordre de 100 mm ;
- La lame d'eau excédentaire (précipitation – besoin en eau de la culture) de la décade la plus critique est de 50 mm.

⇒ Le débit de dimensionnement retenu est de 2 l/s/ha. Cette capacité permet d'assurer :

- Le drainage de l'eau de lame d'eau excédentaire (lame de 50 mm) : 3 jours
- La vidange des casiers rizières en conditions normale (lame d'eau de 100 mm) : 6 jours

Par ailleurs, les drains collecteurs sont des ouvrages en terre qu'il faut protéger des vitesses d'écoulement érosives. La vitesse d'écoulement de l'eau dans les drains ne devra pas dépasser les valeurs renseignées pour les canaux au paragraphe 2.3. Les drains présentent les mêmes gabarits que les canaux d'irrigation et sont réalisés en déblais. Lorsque la pente du terrain naturel excède la gamme de pentes présentées aux Tableau 3 et Tableau 4, les drains collecteurs devront être équipés d'ouvrages de chute.

2.5 Pistes d'accès et de circulation

L'accès aux différentes parties des aménagements est réalisé via le réseau de pistes transversales existantes. Il est donc nécessaire que ces pistes soient en bon état, du point de vue de la bande de roulement, du drainage et des ouvrages de franchissement.

Du fait du caractère rural des pistes et du faible trafic prévu :

- Il n'a pas été tenu compte de certains standards usuels tels que des rayons de courbure minimum verticaux et horizontaux. En effet, ce genre de considération nécessite de nombreux déblais-remblais qui sanctionnent très sensiblement le coût des pistes.
- La largeur de la bande de roulement a été limitée à 5 m avec une couche de roulement de 0.2 m.

Les travaux sur les pistes comprennent :

- La mise en forme de la plateforme sur 7 m de largeur : scarification, nettoyage, compactage et terrassement des fossés longitudinaux de 0.50 m de profondeur minimale en profil triangulaire ;
- Les remblais éventuels au profil défini ;
- Le compactage de la couche de roulement en remblai latéritique de 0.20 m d'épaisseur avec pente latérale de 5%.

Le profil type des pistes transversales est présenté dans le cahier des plans.

Une attention particulière a été portée sur le drainage qui est le principal point faible des pistes à réhabiliter. Le drainage de la piste se retrouve à 3 niveaux :

1. Le profil en toit de la piste permet d'évacuer rapidement les eaux de pluie vers les fossés latéraux. Les pentes transversales ont été fixées à 5% étant donné les pentes longitudinales des pistes.

2. Les fossés latéraux de forme triangulaire auront une profondeur de 0.5m. Ils sont conçus pour faciliter le travail à la niveleuse tout en assurant un drainage adéquat. Les pentes (v/h) sont fixées à 1/2 côté piste et à 2/1 côté talus. Pour des pentes longitudinales supérieures à 1%, les fossés sont convertis en caniveau rectangulaire (0.4 x 0.4 m) revêtu par un perré maçonné de 20 cm d'épaisseur.

Les fossés latéraux divergents d'une longueur de 10 m sont aménagés à intervalles réguliers (200 m) pour évacuer les eaux de drainage des pistes vers l'extérieur. Ces fossés latéraux sont surtout nécessaires dans les zones à forte pente sur les pistes transversales où le tracé de la piste est dans le sens de la pente. Le volume de déblai pour les fossés latéraux est fixé à 30 m³/km.

3. Les dalots pour le franchissement des canaux seront réalisés maçonnerie de moellons avec une hauteur/largeur standard de minimum de 0.6 m pour faciliter leur curage. Les murs de tête et murs en aile seront réalisés en maçonnerie de moellons.

Le passage sur les drains et les fossés seront réalisés via des buses en béton de 400 mm avec tête amont et aval en maçonnerie de moellons.

Lorsque la configuration du terrain ne se prête pas à un positionnement suffisamment profond de la buse, pour éviter ouvrages supplémentaires et des sur-profondeurs des fossés, des petits dos-d'âne seront aménagés au droit des dalots.

Les dalots et buses sont positionnés aux points bas et aux emplacements où il est nécessaire de collecter l'eau d'un fossé pour l'évacuer de l'autre côté de la piste, c'est-à-dire en fonction des caractéristiques topographiques ainsi que de la distance séparant deux changements de pente d'un même drain.

2.6 Ouvrages types

Les ouvrages du réseau d'irrigation et de drainage comprennent les ouvrages nécessaires au fonctionnement hydraulique des canaux ainsi que ceux nécessaires au franchissement des obstacles. Ces ouvrages sont pour la plupart des ouvrages types. Ils comprennent les prises de distribution et d'alimentation en eau, les chutes et coursiers, les partiteurs, les dalots, les aqueducs et les ouvrages de décharge.

Les ouvrages types liés à la circulation autour et dans l'aménagement (passerelles, dalots, ponts) sont présentés dans la deuxième section de ce chapitre qui traite de l'accès et de la circulation.

Des ouvrages particuliers sont prévus si leurs dimensions sortent des normes prévues pour les ouvrages types. Il s'agit notamment des ouvrages de mobilisation de la ressource en eau (prise, aqueducs, siphons). Ces ouvrages, leurs plans et les métrés correspondants sont présentés en détail dans le chapitre suivant relatif aux propositions d'aménagement.

Le tableau ci-après présente brièvement les différents ouvrages types et leur fonction. Les plans types de ces ouvrages sont présentés dans le cahier des plans. Les tableaux des cotes variables et les métrés détaillés de ces ouvrages seront présentés en APD.

Note: Il est possible que certains ouvrages ne soient pas prévus dans le cadre du présent aménagement, ils sont néanmoins présentés pour mémoire et référence future.

Tableau 8 - Ouvrages types – Codes et description

Ouvrage	Code	Fonction	N° de plan
Prise de distribution	PRCP/PRCS	Prise sur canal principal et secondaire PRCP/CS. Dérive l'eau du canal de niveau supérieur vers le canal de niveau inférieur	PT 01.1
		Gabarit vannes	PT01.2
Prise d'alimentation	PRARR	Prise pour arroseur - Assure la distribution de l'eau à la parcelle à partir du canal d'irrigation (tertiaire ou quaternaire) via un arroseur	PT 02
Chute	CH	Permet de rattraper les différences de niveau entre le canal et le terrain naturel en fonction de la topographie	PT 03
Aqueduc	AQ	Aqueduc pour canaux secondaire / tertiaires (AQ-CS). Permet à un canal de franchir un autre canal ou un drain	PT 04.1
		Aqueduc pour canaux primaires (AQ-CP)	PT 04.2
Dalot canal et buse sous piste	DCF	Dalot canal sous piste avec aqueduc de fossé	PT 05.1
	DCS	Dalot et buse simple sur piste	PT 05.2
Passerelle sur canaux et émissaire	PL	Passerelle pour franchissement de canaux et d'émissaires.	PT 06

2.6.1 Ouvrages du réseau d'irrigation et de drainage

2.6.1.1 Prises de distribution (PRCP/CS)

Ces ouvrages présentés au *Plan type #01.1*, sont construits en maçonnerie de moellons, placés sur un canal de niveau supérieur et destinés à alimenter un canal dérivé (de niveau inférieur).

Ils comprennent:

- Une prise équipée d'une vannette en acier avec système de relevage à tige filetée et voile en tôle de 5 mm contrôlant l'admission vers le canal secondaire/tertiaire;
- Un batardeau permettant la régulation du plan d'eau sur le canal primaire; le dispositif ne doit pas bloquer intégralement le débit sur le canal de niveau supérieur, la hauteur du batardeau est donc limitée à la hauteur Y_u du canal sur lequel il est placé (cf. caractéristiques des canaux) de manière à permettre un déversement;
- Une dallette en béton armé pour le franchissement du canal principal;
- De manière optionnelle, en fonction de la topographie, l'aval de l'ouvrage sur le canal de niveau supérieur et la sortie vers le canal dérivé peuvent être équipés d'une chute (voir ci-dessous) directement incorporée dans le corps de l'ouvrage.

2.6.1.2 Prise d'alimentation en eau (PRARR)

Ces ouvrages, présentés dans le *Plan type #02*, sont constitués d'un tuyau en PVC type 110 PN6 placé horizontalement dans la berge, calé à 5 cm du fond du canal et ancré dans une tête amont et aval en maçonnerie de moellons.

Le débit qui transite au travers d'une prise est calculé à partir des formules ci-dessous :

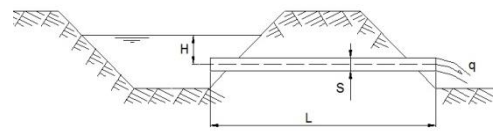
$$q = 1000 \mu S \sqrt{2gH}$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1,62 + L \frac{\lambda}{D}}}$$

Avec :

- q : débit en l/s
 μ : coefficient de débit
 S : section d'écoulement en m^2
 H : charge sur la prise en m
 L : longueur du tuyau en m
 λ/D : coefficient lié à la rugosité

Figure 6 - Prise pour arroseur



Un système de batardeau est disposé dans l'axe du canal d'alimentation afin de permettre d'augmenter la charge hydraulique et le débit dérivé vers l'arroseur. L'admission de l'eau d'irrigation vers l'arroseur est contrôlée par une petite vannette métallique.

Les têtes amont et aval sont maintenues en place par un petit bloc de maçonnerie de moellons. Le tuyau dépasse de la maçonnerie de 5 cm à chaque extrémité. Le tuyau est fixé sur toute sa longueur dans un manchon de béton non armé de 0.30 x 0.30 m afin d'éviter tout acte de vandalisme.

Les ouvrages de prise pour arroseur peuvent être équipés ou non d'ouvrages de chute si la dénivelée du terrain le nécessite. Dans ce cas, le nombre de chute total à installer sur le canal peut être réparti en ouvrages de chutes simples qui peuvent être placés en fonction de la pente et en ouvrages de chutes joints aux ouvrages de prises. Le fait de joindre l'ouvrage de chute à l'ouvrage de prise permet de réduire le coût total des ouvrages mais implique que la position des chutes soit dictée par la position des arroseurs. Pour cette raison, il n'est pas recommandé de placer toutes les chutes sur les ouvrages de prise mais de laisser certaines chutes indépendantes à placer en fonction de la topographie.

2.6.1.3 Chutes sur canaux (CH)

Cet ouvrage est présenté au *Plan type #03*. La hauteur des chutes varie de 0.25 m à 1.00 m par pas de 0.25 m. Au-dessus de 1 m, ou si une succession de chutes rapprochée s'avère nécessaire, un coursier peut être plus intéressant à réaliser (voir ci-après). Les chutes peuvent servir de régulateur du plan d'eau et sont de ce fait batardables. Toutes les chutes sont équipées d'un seuil fixe de 0.10 m de hauteur pour améliorer le fonctionnement hydraulique de l'ouvrage.

Les chutes sont des ouvrages en maçonnerie de moellons qui comprennent un seuil, deux parafoilles, un bassin de dissipation et une protection aval du canal par un revêtement de perré sec.

Les dimensions du bassin de dissipation sont calculées de manière à dissiper l'énergie générée par la chute et obtenir un écoulement uniforme à l'aval de l'ouvrage. Le dimensionnement de ces bassins est effectué sur base de d'une formule empiriques (SOGETMA, 1974) :

$$V = Qz/C$$

Avec :

V : le volume en m^3

Z : la hauteur de la chute

Q : le débit en l/s

C : un coefficient qui prend la valeur de 150 lorsqu'il s'agit d'un bassin de dissipation et 50 pour un bassin tranquillisation.

2.6.1.4 Aqueduc (AQ)

Ces ouvrages présentés dans le *Plan type #04* permettent de faire passer un canal au-dessus d'un autre canal, drain ou émissaire via un aqueduc dont la largeur est fonction du débit du canal "du dessous".

Ils comprennent une tête amont et une tête aval en maçonnerie de moellons avec parafeuilles. Un canal rectangulaire (canal "du dessus"), en béton armé posé sur des culées en maçonnerie de moellons, permet de passer sur le canal "du dessous".

De manière optionnelle une chute est placée à l'aval du canal "du dessus". Le dimensionnement de cette chute suit les principes présentés plus haut.

Ces ouvrages sont prévus pour des canaux dont le gabarit ne dépasse pas 252 l/s. Au-delà, des ouvrages particuliers sont spécifiquement dimensionnés. Ces ouvrages sont présentés dans le cahier des plans au PT-08.1.

2.6.2 Ouvrages du réseau d'accès

2.6.2.1 Dalots pour passage des pistes sur les canaux (DCF)

Ces ouvrages sont présentés au *Plan type #05.1*. Ils comprennent une tête amont et une tête aval, une dalle en béton armé et des murs en maçonnerie de moellons avec parafeuilles. La dalle supérieure est composée de dalles préfabriquées en béton armé reliées entre elles par des armatures et recouvertes d'une couche de béton de 0.06 m.

Lorsque cela est nécessaire, deux aqueducs de colature sont placés de part et d'autre du dalot pour permettre aux eaux de ruissellement canalisées par les fossés des pistes de passer au-dessus des canaux.

2.6.2.2 Dalots simples sur piste (DCS)

Ces ouvrages sont présentés au *Plan type #05.2*. Ils sont construits à intervalles réguliers sur les pistes d'accès pour évacuer les eaux de ruissellement des fossés vers un drain ou pour passer un petit cours d'eau latéral temporaire. Ces ouvrages sont conçus et construits de manière similaire aux dalots permettant aux pistes de franchir les canaux. Ils comprennent une tête amont et une tête aval, une dalle et des murs en maçonnerie de moellons avec parafeuilles. La dalle supérieure est réalisée en béton armé. La largeur du dalot est fixée à 1.0 ou à 1.8 m.

2.6.2.3 Passerelles piétonnes (PP)

Les passerelles piétonnes sont présentées au *Plan type #06*. Le franchissement des canaux et des drains collecteurs par les piétons est assuré par la mise en place d'une dalle de béton armé de 0.90 m de large ancrée dans des murs de maçonnerie de moellons.

Une passerelle est placée systématiquement lorsque des pistes piétonnes croisent les canaux et les drains collecteurs principaux. Des passerelles sont en outre placées en moyenne tous les 500 m sur les canaux et les drains collecteurs principaux. Leur implantation exacte sera déterminée avec les associations d'usagers.

3 Propositions d'aménagement

3.1 Présentation de l'aménagement

3.1.1 Organisation générale du réseau d'irrigation

L'aménagement dans sa globalité permet l'irrigation de 2 546 ha de parcelles agricoles auxquels s'ajoute une superficie de 97 ha correspondant aux jardins de cases et vergers situés dans les zones d'habitat le long des transversales (voir présentation du système des paysannats dans le rapport de diagnostic), soit une superficie totale dominée de 2 643 ha.

Les paragraphes qui suivent présentent l'aménagement proposé pour le Bloc#01. Ce rapport est accompagné d'une vue générale de l'ensemble de l'aménagement en rives droites et gauches à l'échelle 1/25.000^{ème} et les vues d'ensemble du Bloc#01 au format A0 t à l'échelle 1/5.000^{ème}.

Schématiquement, dans sa globalité, l'aménagement proposé est composé des éléments suivants :

- **Infrastructures pour la mobilisation de la ressource en eau** : prise et canal d'amenée 6.5 m³/s, dessableur, partiteur, canaux de tête morte en rives gauche et droite et infrastructures associées (drainage, franchissement de thalwegs, cours d'eau, vallées), piste d'accès ;
- **Infrastructures pour la distribution de l'eau en rive droite** de la Kaburantwa : Bloc CTM-RD et Blocs #01,#02 et #03 – 1 600 ha - réseaux d'irrigation et de drainage ;
- **Infrastructures pour la distribution de l'eau en rive gauche** de la Kaburantwa : Bloc CTM-RG et Blocs #04, #05 et#06 – 946.2 ha - réseaux d'irrigation et de drainage ;
- **Réseau de circulation** : réhabilitation des pistes transversales sur 19 833 ml dont 15 133 ml en rive droite et 4 700 ml en rive gauche .

Figure 7 – Présentation schématique générale de l'aménagement proposé

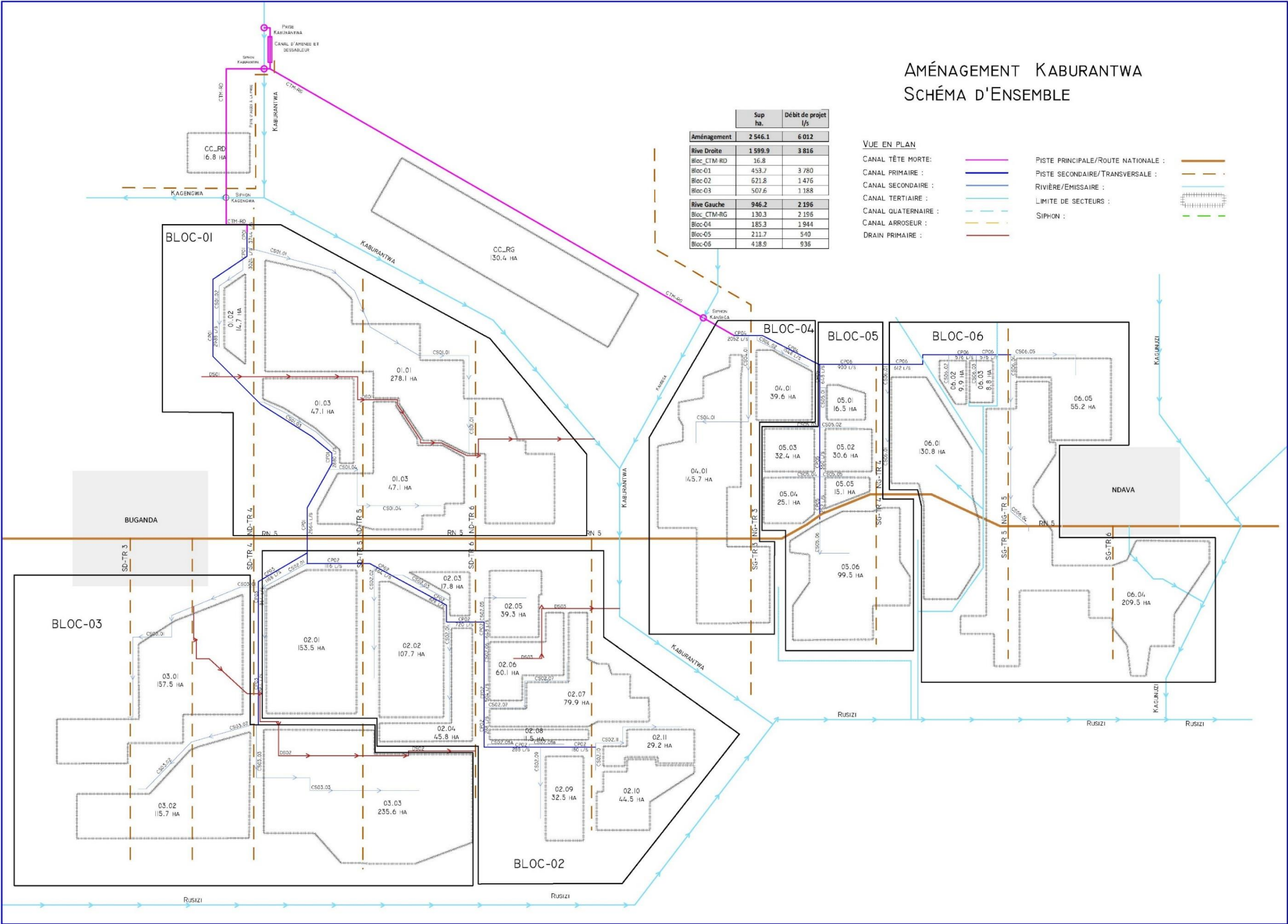
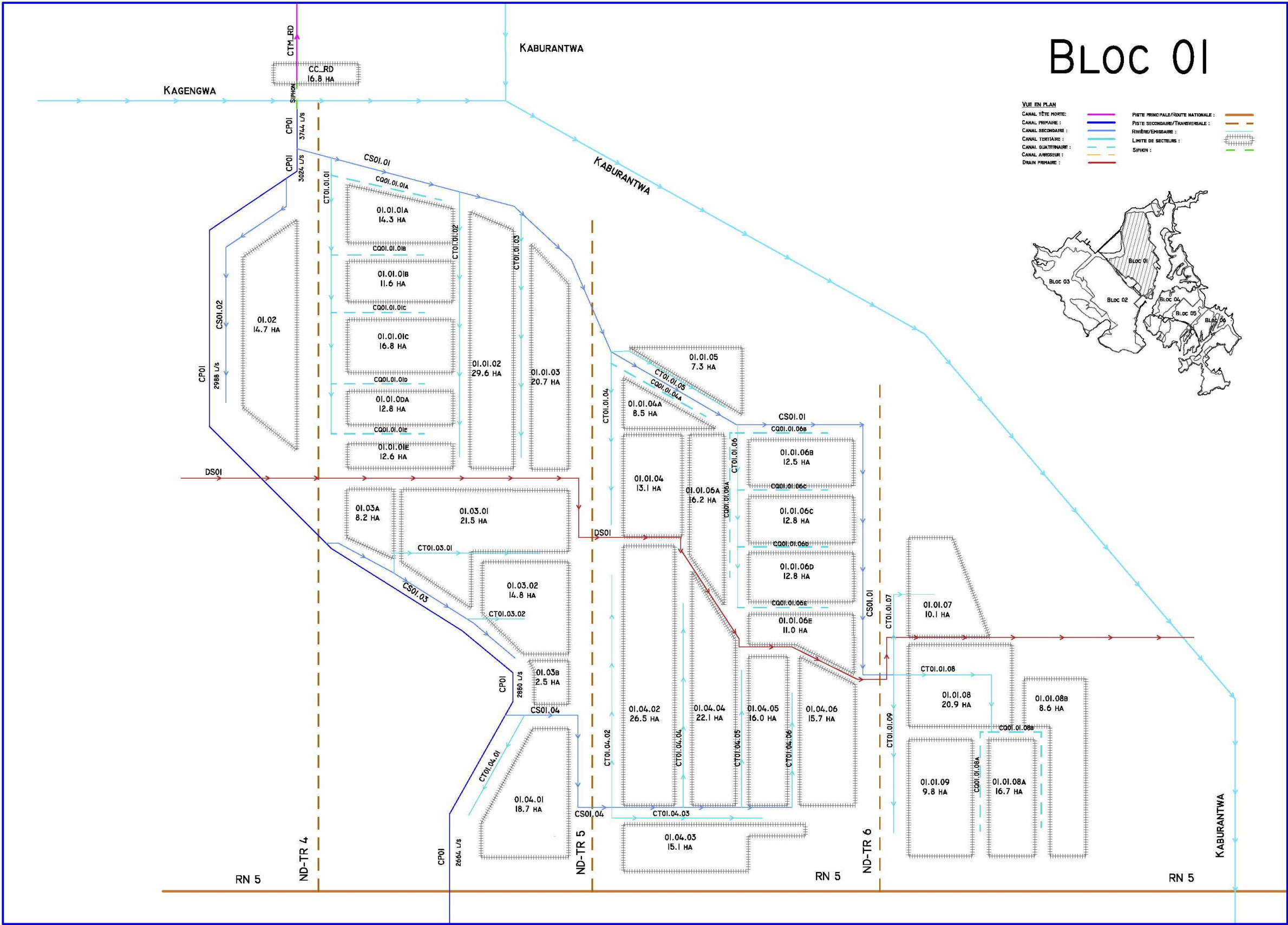


Figure 8 – Présentation schématique du Bloc #01 et rive droite de la Kaburantwa



3.1.1.1 Infrastructures pour la distribution de l'eau en Rive Droite de la Kaburantwa

Après avoir franchi la Kagengwa, le CTM-RD arrive à proximité de l'extrémité Nord-Est de la Transversale 4. C'est à cet endroit que débute la distribution de l'eau et le CTM-RD devient alors un canal primaire (CP01).

Le CP01 progresse selon une direction globale Nord-Est/Sud-Ouest. Il franchit la RN5 à la limite sud de l'agglomération de Buganda et alimente les CP02 et CP03 qui partent respectivement SUD-OUEST et OUEST vers les terrasses (« flats ») de la plaine de la Ruzizi.

Dans sa partie amont, au Nord de la RN5, le CP01 suit d'abord la topographie afin de dominer le plus de superficies possibles. Ceci l'amène à adopter un parcours en forme de S et à franchir deux fois la transversale 4.

Au Sud de la RN5, le CP02 progresse d'abord parallèlement à la RN5 et puis bifurque pour rejoindre la Transversale 5 qu'il suit jusqu'aux flats de la Ruzizi. Le CP03 rejoint quant à lui la Transversale 4 qu'il longe de la même manière pour rejoindre aussi le flats de la Ruzizi.

3.1.1.2 Infrastructures pour la distribution de l'eau en Rive Gauche de la Kaburantwa

Après avoir franchi la Kansega via un siphon, le CTM-RG traverse une zone très érodée sur environ 170 m avant de rejoindre le CP04 qui franchit la Transversale 3 et progresse selon une direction Nord-Ouest / Sud-Est en longeant le versant des collines de la crête Congo-Nil, en direction de la rivière Kagunuzi.

Le CP04 se divise après 566 m pour alimenter les CP05 et CP06 qui se dirigent respectivement Sud-Ouest et Sud-Est vers les zones à irriguer. Le réseau d'irrigation en Rive Gauche doit franchir à 3 endroits les RN5 (CT04.01.03 – 72 l/s - du Bloc 04, CP05 – 252 l/s du Bloc 05 et CS06.04 – 288 l/s du Bloc 06).

Le tableau ci-dessous présente l'organisation du réseau en Rive Gauche.

3.1.2 Synthèse des superficies aménagées

Le tableau suivant présente la synthèse des superficies aménagées.

Tableau 9 – Récapitulatif des superficies dominées par le réseau d'irrigation proposé

	Superficies aménagées ha.
Aménagement	2 546.1
Rive Droite	1 599.9
Bloc_CTMRD	16.8
Bloc #01	453.7*
Bloc #02	621.8
Bloc #03	507.6
Rive Gauche	946.2
Bloc_CTMRG	130.3
Bloc #04	185.3
Bloc #05	211.7
Bloc #06	418.9

*Note : * Dont 5.3 ha sur le S01.03 et 15.1ha sur le S01.04 sont en cours d'urbanisation*

3.2 Réseau d'irrigation

Le réseau d'irrigation est dimensionné sur base des besoins en eau du Riz de 150 jours.

Les levés topographiques détaillés réalisés sur la zone à aménager ont permis de tracer l'ensemble du réseau de canaux primaires, secondaires, tertiaires et quaternaires ainsi que les arroseurs.

Suivant la qualité des terrains de fondation, certains tronçons de canaux seront éventuellement revêtus pour limiter le risque de pertes par infiltration. Pour la zone de l'aménagement se situant en rive droite de la Kaburantwa, il s'agit des canaux dont les sols de fondation sont de type régosol typique. Les investigations à la tarière sur les fondations des canaux principaux ont permis de déterminer la nécessité au pas de les revêtir. Les profils réalisés, les types de sols rencontrés et les biefs qui doivent être revêtus sont présentés dans les profils en long repris dans le cahier des plans annexé au rapport.

3.2.1 Débits de dimensionnement et terrassements des canaux d'irrigation

Les superficies irriguées et les gabarits des canaux correspondant aux débits de projets du réseau primaire, et secondaire, tertiaire, quaternaire et arroseurs sont présentés dans le tableau des pages suivantes.

Le réseau d'irrigation est constitué de canaux en terre et de canaux revêtus quand les sols sont trop perméables. Les canaux sont réalisés principalement en déblais, les sections en remblais sont autant que possible minimisées. Le cas échéant, les terres en déblais seront utilisées pour la confection des diguettes et cavaliers. Les tableaux des pages suivantes présentent les quantités de terrassements estimées pour les réseaux primaires, secondaires, tertiaires et quaternaires. Le tableau des pages suivantes présente les quantités de terrassement et de revêtement prévues.

Les sections revêtues des canaux primaires ont été déterminées sur base d'investigations géotechniques à la tarière présentées en annexe. Ces investigations visaient essentiellement à repérer la présence de couches perméables ou à faible cohésion caractérisées par la présence de sable. Les sections sont localisées sur les profils en long des canaux primaires. La décision finale de revêtir ces biefs sera prise lorsque les fouilles des biefs concernés auront été exécutées et que les risques d'infiltration trop élevée auront été confirmés.

Le cas échéant le revêtement sera réalisé avec une maçonnerie de moellons de 0.30 m d'épaisseur. Les quantités correspondantes sont prises en compte dans le métré relatif aux travaux sur les canaux.

Tableau 10 – Réseau d'irrigation du Bloc #01 – Débit de dimensionnement

Canal	Sup ha.	Longueur m	Débit d'équipement l/s	Arroseurs m
Bloc_CTM-RD	16.8	180		1 140
CS_RD_01	16.8	180	36.0	1 140
Bloc_01	453.7	29 057		26 836
CP01	453.7	4 017	3 780.0	-
CS01.01	278.5	4 016	792.0	15 748
CT01.01.01	68.1	1 105	180.0	-
<i>CQ01.01.01a</i>	14.3	400	36.0	-
<i>CQ01.01.01b</i>	11.6	415	36.0	-
<i>CQ01.01.01c</i>	16.8	425	36.0	-
<i>CQ01.01.01d</i>	12.8	505	36.0	-
<i>CQ01.01.01e</i>	12.6	500	36.0	-
CT01.01.02	29.1	1 225	72.0	-

Canal	Sup ha.	Longueur m	Débit d'équipement l/s	Arroseurs m
CT01.01.03	20.7	960	72.0	-
CT01.01.04	22.0	670	72.0	-
<i>CQ01.01.04a</i>	8.5	210	36.0	-
CT01.01.05	7.3	300	36.0	-
CT01.01.06	65.2	680	180.0	-
<i>CQ01.01.06a</i>	16.0	770	36.0	-
<i>CQ01.01.06b</i>	12.5	375	36.0	-
<i>CQ01.01.06c</i>	12.8	420	36.0	-
<i>CQ01.01.06d</i>	12.8	430	36.0	-
<i>CQ01.01.06e</i>	11.1	430	36.0	-
CT01.01.07	10.1	435	36.0	-
CT01.01.08	46.2	483	144.0	-
<i>CQ01.01.08a</i>	16.7	760	36.0	-
<i>CQ01.01.08b</i>	8.6	510	36.0	-
CT01.01.09	9.8	855	36.0	-
CS01.02	14.7	620	36.0	1 104
CS01.03	46.9	1 036	108.0	4 107
<i>CS01.03a</i>	8.2	-	36.0	-
<i>CT01.03.01</i>	21.4	570	36.0	-
<i>CT01.02.02</i>	14.8	195	36.0	-
<i>CS01.03b</i>	2.5	-	36.0	-
CS01.04	113.6	1 515	288.0	5 876
<i>CT01.04.01</i>	18.7	515	36.0	-
<i>CT01.04.02</i>	26.1	1 060	72.0	-
<i>CT01.04.03</i>	15.0	605	36.0	-
<i>CT01.04.04</i>	22.3	900	72.0	-
<i>CT01.04.05</i>	15.9	570	36.0	-
<i>CT01.04.06</i>	15.6	575	36.0	-

Tableau 11 – Bloc #01 - Ouvrages du réseau d'irrigation

Ouvrages réseau irrigation	Prises canaux primaires (CP)		Prises canaux secondaires (CS) / tertiaires (CT)		Chutes		Prises pour arroseurs		Aqueducs	
	Simpl es	Doubl es	Simple s	Double s	CP	CS/CT/C Q	Simpl es	Doubl es	AQ Simpl es	AQ Particulie rs
	PRCP- X1	PRCP- X2	PRCS/C T-X1	PRCS/C T-X2	CH - CP	CH-CS	PRAR- X1	PRAR- X2		
Bloc_CTM- RD	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Bloc_01	4	-	13	10	-	244	73	22	-	3

3.2.2 Ouvrages du réseau d'irrigation

Le tableau de la page précédente présente l'inventaire des ouvrages prévus sur le réseau d'irrigation du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa.

Il est prévu de construire au total 371 ouvrages sur le réseau d'irrigation du Bloc #01.

Le tableau de cotes variables et le métré détaillé de chaque ouvrage ainsi que leur position sur les profils en long sont présentés dans le cahier des plans types et le cahier des plans de chaque bloc.

3.2.3 Métré récapitulatif des travaux sur le réseau d'irrigation

Les tableaux ci-après présentent les métrés récapitulatifs des terrassements et des ouvrages du réseau d'irrigation en rive gauche et droite de la Kaburantwa.

Tableau 12 – Avant-Métré récapitulatif – Terrassement du réseau d'irrigation – Bloc #01

Code	Description	Unité	Quantité
200	Terrassements		
211	Déblais en terrain meuble y/c débroussaillage	m ³	27 975.9
212	Déblais en terrain compact y/c débroussaillage	m ³	5 595.2
215	Déblais en terrain rocheux y/c débroussaillage	m ³	1 398.8
221	Remblais tout venant	m ³	34 039.7
222	Remblais en provenance d'emprunts	m ³	8 853.4

Tableau 13 – Avant-Métré récapitulatif - Ouvrages du réseau d'irrigation – Bloc #01

Code	Description	Unité	Quantité
300	Ouvrages en pierres, bétons et maçonneries		
301	Fouilles d'ouvrages en terrain meuble	m ³	3 899.5
302.1	Fouilles d'ouvrages en terrain dur	m ³	1 185.5
302.2	Fouilles d'ouvrages en terrain rocheux	m ³	296.4
331.1	Perré sec de protection de 0.20 m sur couche de pose de 0.05 m de gravier tout venant	m ²	1 039.1
344	Béton armé dosé à 350 kg de ciment par m ³	m ³	34.2
351	Maçonnerie de moellons au mortier de ciment y compris sable de propreté	m ³	5 712.2
400	Buses et tuyauteries		
421	Fourniture et pose de tuyaux en PVC DN 110 mm PN 6	ml	37.5
500	Ouvrages en bois		
510	Fourniture et pose de batardeaux en bois l: 7 cm x h: 15 cm	ml	138.9
600	Accessoires métalliques, vannes		
611	Fourniture et pose de vannette métallique (h x l x e): 150 x 150 x 5 mm	pce	143.0
612	Fourniture et pose de vannette métallique (h x l x e): 250 x 250 x 5 mm	pce	22.0
613	Fourniture et pose de vanne métallique à crémaillère (h x l x e): 500 x 500 x 5 mm	pce	9.0
614	Fourniture et pose de vanne métallique à crémaillère (h x l x e): 750 x 750 x 5 mm	pce	5.0
644	Fourniture et pose d'échelle limnimétrique	ml	41.9
651.1	Fourniture et assemblage de profilés aciers (U/HEA selon plan) pour guides de batardeaux	kg	252.0

3.3 Réseau de drainage

Le réseau de drainage est constitué de drains collecteurs et des thalwegs du réseau hydrographique existant. Les drains collecteurs sont dimensionnés suivant les mêmes principes que les canaux d'irrigation le débit est la somme des débits respectifs générés par les superficies qu'ils drainent.

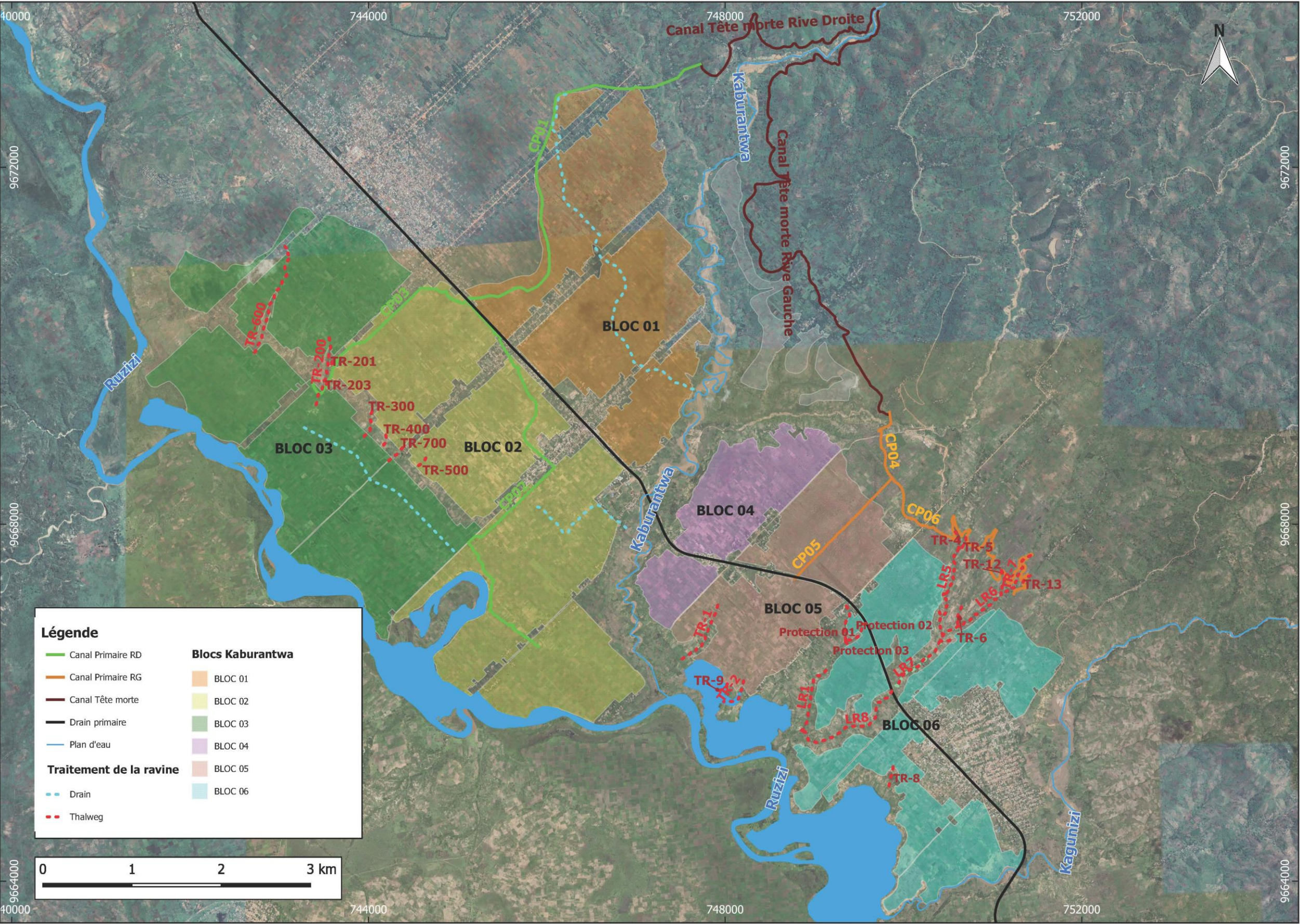
Les levés topographiques détaillés réalisés sur l'ensemble de la zone ont permis de tracer le réseau de drainage. Les drains collecteurs conduisent les eaux de drainage au réseau hydrographique existant en suivant un tracé le plus direct possible tout en respectant les contraintes topographiques. C'est pourquoi le réseau de drainage ne suit pas la même organisation que le réseau d'irrigation. En effet, un même drain collecteur peut récolter l'eau de plusieurs blocs. Le réseau de drainage est structuré selon le réseau hydrographique dont il est l'affluent, avec une numérotation des drains collecteurs de l'amont vers l'aval.

Tout comme les canaux d'irrigation, les profils des drains devront tenir compte des pentes importantes présentes sur certains tronçons. Des ouvrages de chutes ainsi que des ouvrages de franchissement, dalots et passerelles piétonnes, devront également être ajoutés au réseau de drainage. Finalement, des ouvrages de décharge sont présents là où le drain collecteur rejoint le réseau hydrographique existant. Ces ouvrages sont constitués de solutions basées sur la nature (NBS) avec un emploi de fascines, vétiver et bambou.

Sur le Bloc#01 en rive droite il est prévu de réaliser les terrassements sur 1 drain collecteur sur environ 4 483 m. A ces travaux sur des nouveaux, s'ajoutent éventuellement les travaux de protection des thalwegs existants, certains étant fortement érodés en rive droite. Mais le Bloc #01 n'est pas concerné par ce problème (ce sont les Blocs #02 et #03 à la rupture de pente vers les flats de la Ruzizi qui sont confrontés à cette situation).

La figure ci-dessous présente la situation globale des drains et thalwegs sur l'ensemble des blocs de l'aménagement, dont le bloc #01, objet du présent mémoire technique.

Figure 9 – Réseau de drainage : localisation des drain et thalwegs



3.3.1 Débits de dimensionnement des drains

Les superficies drainées et les gabarits des drains collecteurs correspondants, en rive droite de la Kaburantwa, sont présentés dans le tableau ci-dessous. Comme cela est expliqué plus haut, le réseau de drainage de la rive gauche de la Kaburantwa utilise les thalwegs existants qui ne doivent pas être recalibrés

Tableau 14 –Réseau de drainage du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa - Synthèse superficies drainées et débits de projet

Nom	De	A	Longueur m	Aire BV amont ha	Q amont l/s
DS01	0+000	1+650	1 650	164.6	324
	1+650	2+100	450	342	684
	2+100	3+175	1 075	406.5	828
	3+175	3+750	575	492.8	972
	3+750	4+483	733	588.4	1188

3.3.2 Terrassement des drains

Le réseau de drainage est constitué de canaux en terre. Les canaux sont réalisés principalement en déblais, les sections en remblais sont autant que possible minimisées, le cas échéant, les terres en déblais seront utilisées pour la confection des diguettes et cavaliers.

3.3.3 Ouvrages du réseau de drainage

Sur le réseau de drainage il est prévu de réaliser 45 ouvrages de chute afin de maintenir la vitesse d'écoulement inférieure à 1 m/s. Les dalots, buses, aqueduc etc. qui doivent être construits à l'intersection du réseau de drainage (existant ou à construire) avec les réseaux d'irrigation et de circulation sont déjà compris dans leurs inventaires relatifs.

3.3.4 Métré récapitulatif des travaux sur le réseau de drainage

Les tableaux ci-après présentent les métrés récapitulatifs des terrassements et des ouvrages du réseau de drainage du bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa.

Tableau 15 – Avant-Métré récapitulatif - Travaux de terrassements sur le réseau de drainage du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa

Code	Description	Unité	Quantité
211	Déblais en terrain meuble y/c débroussaillage	m ³	5 175.9
212	Déblais en terrain compact y/c débroussaillage	m ³	1 380.2
213.2	Déblais en terrain rocheux y/c débroussaillage	m ³	345.1
222	Remblais en provenance d'emprunts	m ³	2 078.1

Tableau 16 - Avant-Métré récapitulatif – Ouvrages du réseau de drainage du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa

Code	Description	Unité	Quantité
301	Fouilles d'ouvrages en terrain meuble	m ³	546.2
331.1	Perré sec de protection de 0.20 m sur couche de pose de 0.05 m de gravier tout venant	m ²	863.6
351	Maçonnerie de moellons au mortier de ciment y compris sable de propreté	m ³	1 242.2

3.4 Réseau d'accès au Bloc# 01

3.4.1 Circulation piétons – Passerelles sur canaux et drains

Des passerelles sur canaux principaux et drains sont installées tous les 300 m. Un total de 43 passerelles est prévu pour le franchissement des canaux principaux du Bloc #01.

Leur position exacte sera décidée avec les usagers lors des travaux.

3.4.2 Réhabilitation des pistes transversales

Le tableau ci-dessous présente les pistes traversant le Bloc #01 retenues pour une intervention de réhabilitation ou pour un nouveau tracé.

Tableau 17 – Bloc #01 - Liste des pistes transversales soumises à une intervention

N° transversale	Orientation RN5	Rive Kaburantwa	Code	Longueur totale (m)	Etat		Intervention
					Bon		
					Long. (m)	%	
Transversale 4	Nord	Droite	ND-TR4	3 087	2 834	92%	Non
Transversale 5	Nord	Droite	ND-TR5	2 353	0	0%	Ou
Transversale 6	Nord	Droite	ND-TR6	1 889	1 720	91%	Non
Total				7 329	4 554	62%	2 353

Les interventions retenues pour le chiffrage des travaux de réhabilitation de la piste sont :

- La mise en place d'une couche de roulement latéritique de 0.2m d'épaisseur ;
- Le reprofilage d'une piste existante avec mise en forme de la plateforme ;
- La profilage d'une nouvelle piste avec mise en forme de la plateforme ;
- La réalisation de fossés triangulaires de profondeur 0.5m de part et d'autre de la piste ;
- La réalisation de caniveau rectangulaire revêtu (0.4 x 0.4 m) de part et d'autre de la piste si la pente longitudinale est supérieure à 1% ;
- La création de fossé divergeant d'une longueur de 10 m et d'une profondeur de 0.5 m tous les 200 m ;
- La réalisation de dalots sous piste de dimensions variables au croisement des axes de drainage.

Les tableaux suivants présentent les ouvrages prévus sur les pistes transversales du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa.

Tableau 18 – Ouvrages prévus sur les pistes transversales du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa

Ouvrages Piste transversales	Dalot canaux	Buses franchissement arroseurs
	DC	BU
ND-TR05	8	7

Les vue en plan et les profils en long des pistes avec les ouvrages prévus sont présentés dans le cahier des plans.

3.4.3 Métré récapitulatif des travaux sur le réseau d'accès au Bloc#01es

Les tableaux ci-après présentent les métrés récapitulatifs des terrassements et des ouvrages prévus sur le réseau d'accès du bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa.

Tableau 19 – Avant-Métré récapitulatif – Terrassements des pistes transversales du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa

Code	Description	Unité	Quantité
700	Pistes d'accès		
702	Déblais pour plateforme de piste	m ³	2 902.4
703	Remblais pour plateforme en provenance d'emprunt	m ³	290.8
704	Couche de roulement en latérite pour plateforme	m ³	1 792.5
714	Fossé divergent vers exutoire de longueur 10m et profondeur 0.5m (par ml de piste)	m ³	74.7

Tableau 20 – Avant-Métré récapitulatif - Ouvrages du réseau d'accès au Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa

Code	Description	Unité	Quantité
300	Ouvrages en pierres, bétons et maçonneries		
301	Fouilles d'ouvrages en terrain meuble	m ³	517.2
302.1	Fouilles d'ouvrages en terrain dur	m ³	137.9
302.2	Fouilles d'ouvrages en terrain rocheux	m ³	34.5
304	Remblais technique contigu pour ouvrages	m ³	120.8
331.1	Perré sec de protection de 0.20 m sur couche de pose de 0.05 m de gravier tout venant	m ²	268.8
331.2	Perré sec de protection de 0.30 m sur couche de pose de 0.10 m de gravier tout venant	m ²	2.4
344	Béton armé dosé à 350 kg de ciment par m ³	m ³	103.0
351	Maçonnerie de moellons au mortier de ciment y compris sable de propreté	m ³	585.8
400	Buses et tuyauteries		
411	Fourniture et pose de buses en béton armé DN 600	ml	65.0

4 Devis quantitatif général du Bloc #01

Le tableau de la page suivante présente le devis quantitatif pour la réalisation des travaux du Bloc#01 :

- les réseaux d'irrigation et de drainage,
- et la réhabilitation des pistes transversales.

Le dossier financier confidentiel annexé présente le devis estimatif général pour les aménagements du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa.

Tableau 21 – Devis quantitatif – Aménagement du Bloc #01 en rive droite de la Kaburantwa

Code	Description	Unité	Quantité
100	Généralités		
102	Installation de chantier Type 2 - grand aménagement	ff	1.0
110	Fourniture de plans d'exécution et levés d'implantation	ff	1.0
111	Fourniture des plans de recollement	ff	1.0
112	Repli de chantier	ff	1.0
200	Terrassements		
211	Déblais en terrain meuble y/c débroussaillage	m ³	26 157.8
212	Déblais en terrain compact y/c débroussaillage	m ³	6 975.4
215	Déblais en terrain rocheux y/c débroussaillage	m ³	1 743.9
221	Remblais tout venant	m ³	36 117.8
222	Remblais en provenance d'emprunts	m ³	8 853.4
300	Ouvrages en pierres, bétons et maçonneries		
301	Fouilles d'ouvrages en terrain meuble	m ³	4 963.0
302.1	Fouilles d'ouvrages en terrain dur	m ³	1 323.5
302.2	Fouilles d'ouvrages en terrain rocheux	m ³	330.9
304	Remblais technique contigu pour ouvrages	m ³	120.8
331.1	Perré sec de protection de 0.20 m sur couche de pose de 0.05 m de gravier tout venant	m ²	2 173.9
344	Béton armé structurel C30/37	m ³	137.2
351	Maçonnerie de moellons au mortier de ciment y compris sable de propreté	m ³	7 540.3
400	Buses et tuyauteries		
411	Fourniture et pose de buses en béton armé DN 600	ml	65.0
421	Fourniture et pose de tuyaux en PVC DN 110 mm PN 6	ml	37.5
500	Ouvrages en bois		
510	Fourniture et pose de batardeaux en bois l: 7 cm x h: 15 cm	ml	138.9
600	Accessoires métalliques, vannes		
611	Fourniture et pose de vannette métallique (h x l x e): 150 x 150 x 5 mm	pce	143.0
612	Fourniture et pose de vannette métallique (h x l x e): 250 x 250 x 5 mm	pce	22.0
613	Fourniture et pose de vanne métallique à crémaillère (h x l x e): 500 x 500 x 5 mm	pce	9.0
614	Fourniture et pose de vanne métallique à crémaillère (h x l x e): 750 x 750 x 5 mm	pce	5.0
644	Fourniture et pose d'échelle limnimétrique	ml	41.9
651.1	Fourniture et assemblage de profilés aciers (U/HEA selon plan) pour guides de batardeaux	kg	252.0
700	Pistes d'accès		
702	Déblais pour plateforme de piste	m ³	2 902.4
703	Remblais pour plateforme en provenance d'emprunt	m ³	290.8
704	Couche de roulement en latérite pour plateforme	m ³	1 792.5
714	Fossé divergent vers exutoire de longueur 10m et profondeur 0.5m (par ml de piste)	m ³	74.7

Annexe 1. Liste des plans des ouvrages

N° du plan	Description	Echelle	Format
Plans types			
PT-01.1	Plan type - Prise sur canal principal et secondaire PRCP/CS	1/75	A3
PT-01.2	Plan type - Gabarit vannes	1/50	A3
PT-02	Plan type - Prise pour arroseur (PRARR)	1/50	A3
PT-03	Plan type - Chute canal (CH)	1/50	A3
PT-04.1	Plan type - Aqueduc pour canaux secondaire / tertiaires (AQ-CS)	1/50	A3
PT-04.2	Plan type - Aqueduc pour canaux primaires (AQ-CP)	1/50	A3
PT-05.1	Plan type - Dalot canal sous piste avec aqueduc de fossé (DCF)	1/50	A3
PT-05.2	Plan type - Dalot piste (DCS) et buse simple piste	1/50	A3
PT-06	Plan type - Passerelles sur CP et CS (PS)	1/50	A3

N° du plan	Description	Echelle	Format
Pistes transversales			
Pistes Transversales - Profils en long et en travers			
PL-SD-TR3/01-05	Profils en long et vue en plan - Piste SD-TR3	H 1/2.000 - V 1/200	A3
SV-SD-TR3/01-04	Profils en travers - Piste SD-TR3	1/200	A3
PL-SD-TR4/01-05	Profils en long et vue en plan - Piste SD-TR4	H 1/2.000 - V 1/200	A3
SV-SD-TR4/01-04	Profils en travers - Piste SD-TR4	1/200	A3
PL-SD-TR5/01-05	Profils en long et vue en plan - Piste SD-TR5	H 1/2.000 - V 1/200	A3
SV-SD-TR5/01-04	Profils en travers - Piste SD-TR5	1/200	A3
PL-ND-TR5/01-04	Profils en long et vue en plan - Piste ND-TR5	H 1/2.000 - V 1/200	A3
SV-ND-TR5/01-03	Profils en travers - Piste ND-TR5	1/200	A3
PL-SD-TR7/01-05	Profils en long et vue en plan - Piste SD-TR7	H 1/2.000 - V 1/200	A3
SV-SD-TR7/01-04	Profils en travers - Piste SD-TR7	1/200	A3
PL-SG-TR4/01-03	Profils en long et vue en plan - Piste SG-TR4	H 1/2.000 - V 1/200	A3
SV-SG-TR4/01-02	Profils en travers - Piste SG-TR4	1/200	A3
PL-SG-TR5/01-02	Profils en long et vue en plan - Piste SG-TR5	H 1/2.000 - V 1/200	A3
SV-SG-TR5/01-02	Profils en travers - Piste SG-TR5	1/200	A3
PL-NG-TR5/01-03	Profils en long et vue en plan - Piste NG-TR5	H 1/2.000 - V 1/200	A3
SV-NG-TR5/01-02	Profils en travers - Piste NG-TR5	1/200	A3

N° du plan	Description	Echelle	Format
Profils en long – vues en plan et profils en travers – BLOC-01			
PL-CS-RD-01-01/01	Profils en long et vues en plan CS-RD-01 PM 0+000 – 0+185	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CS-RD-01-01/01	Profils en travers CS-RD-01	1/200	A3
PL-CP01-01/06	Profils en long et vues en plan CP01 PM 0+000 - 4+017	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CP01-01/06	Profils en travers CP01	1/200	A3
PL-CP01-G01/G06	Reconnaissance géotechnique CP01 PM 0+000 - 4+017	H: 1/2000 V: 1/200	A3
PL-CS01.01-01/06	Profils en long et vues en plan CS01.01 PM 0+000 - 4+016	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CS01.01-01/04	Profils en travers CS01.01	1/200	A3
PL-CT01.01.01-01/02	Profils en long et vues en plan CT01.01.01 PM 0+000 - 1+105	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.01-01/02	Profils en travers CT01.01.01	1/200	A3
PL-CQ01.01.01a-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.01a PM 0+000 - 0+400	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.01a-01/01	Profils en travers CQ01.01.01a	1/200	A3
PL-CQ01.01.01b-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.01b PM 0+000 - 0+415	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.01b-01/01	Profils en travers CQ01.01.01b	1/200	A3
PL-CQ01.01.01c-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.01c PM 0+000 - 0+425	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.01c-01/01	Profils en travers CQ01.01.01c	1/200	A3
PL-CQ01.01.01d-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.01d PM 0+000 - 0+505	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.01d-01/01	Profils en travers CQ01.01.01d	1/200	A3
PL-CQ01.01.01e-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.01e PM 0+000 - 0+500	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.01e-01/01	Profils en travers CQ01.01.01e	1/200	A3
PL-CT01.01.02-01/02	Profils en long et vues en plan CT01.01.02 PM 0+000 - 1+225	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.02-01/02	Profils en travers CT01.01.02	1/200	A3
PL-CT01.01.03-01/02	Profils en long et vues en plan CT01.01.03 PM 0+000 - 0+960	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.03-01/02	Profils en travers CT01.01.03	1/200	A3
PL-CT01.01.04-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.01.04 PM 0+000 - 0+670	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.04-01/01	Profils en travers CT01.01.04	1/200	A3
PL-CQ01.01.04a-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.04a PM 0+000 - 0+210	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.04a-01/01	Profils en travers CQ01.01.04a	1/200	A3
PL-CT01.01.05-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.01.05 PM 0+000 - 0+300	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.05-01/01	Profils en travers CT01.01.05	1/200	A3
PL-CT01.01.06-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.01.06 PM 0+000 - 0+680	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.06-01/01	Profils en travers CT01.01.06	1/200	A3
PL-CQ01.01.06a-01/02	Profils en long et vues en plan CQ01.01.06a PM 0+000 - 0+770	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.06a-01/01	Profils en travers CQ01.01.06a	1/200	A3

N° du plan	Description	Echelle	Format
Profils en long – vues en plan et profils en travers – BLOC-01			
PL-CQ01.01.06b-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.06b PM 0+000 - 0+375	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.06b-01/01	Profils en travers CQ01.01.06b	1/200	A3
PL-CQ01.01.06c-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.06c PM 0+000 - 0+420	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.06c-01/01	Profils en travers CQ01.01.06c	1/200	A3
PL-CQ01.01.06d-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.06d PM 0+000 - 0+430	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.06d-01/01	Profils en travers CQ01.01.06d	1/200	A3
PL-CQ01.01.06e-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.06e PM 0+000 - 0+430	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.06e-01/01	Profils en travers CQ01.01.06e	1/200	A3
PL-CT01.01.07-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.01.07 PM 0+000 - 0+435	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.07-01/01	Profils en travers CT01.01.07	1/200	A3
PL-CT01.01.08-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.01.08 PM 0+000 - 0+483	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.08-01/01	Profils en travers CT01.01.08	1/200	A3
PL-CQ01.01.08a-01/02	Profils en long et vues en plan CQ01.01.08a PM 0+000 - 0+760	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.08a-01/02	Profils en travers CQ01.01.08a	1/200	A3
PL-CQ01.01.08b-01/01	Profils en long et vues en plan CQ01.01.08b PM 0+000 - 0+510	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CQ01.01.08b-01/01	Profils en travers CQ01.01.08b	1/200	A3
PL-CT01.01.09-01/02	Profils en long et vues en plan CT01.01.09 PM 0+000 - 0+855	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.01.09-01/01	Profils en travers CT01.01.09	1/200	A3
PL-CS01.02-01/01	Profils en long et vues en plan CS01.02 PM 0+000 - 0+620	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CS01.02-01/01	Profils en travers CS01.02	1/200	A3
PL-CS01.03-01/02	Profils en long et vues en plan CS01.03 PM 0+000 - 1+036	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CS01.03-01/01	Profils en travers CS01.03	1/200	A3
PL-CT01.03.01-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.03.01 PM 0+000 - 0+570	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.03.01-01/01	Profils en travers CT01.03.01	1/200	A3
PL-CT01.03.02-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.03.02 PM 0+000 - 0+195	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.03.02-01/01	Profils en travers CT01.03.02	1/200	A3
PL-CS01.04-01/03	Profils en long et vues en plan CS01.04 PM 0+000 - 1+515	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CS01.04-01/02	Profils en travers CS01.04	1/200	A3
PL-CT01.04.01-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.04.01 PM 0+000 - 0+515	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.04.01-01/01	Profils en travers CT01.04.01	1/200	A3
PL-CT01.04.02-01/02	Profils en long et vues en plan CT01.04.02 PM 0+000 - 1+060	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.04.02-01/02	Profils en travers CT01.04.02	1/200	A3
PL-CT01.04.03-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.04.03 PM 0+000 - 0+605	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.04.03-01/01	Profils en travers CT01.04.03	1/200	A3

N° du plan	Description	Echelle	Format
Profils en long – vues en plan et profils en travers – BLOC-01			
PL-CT01.04.04-01/02	Profils en long et vues en plan CT01.04.04 PM 0+000 - 0+900	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.04.04-01/02	Profils en travers CT01.04.04	1/200	A3
PL-CT01.04.05-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.04.05 PM 0+000 - 0+570	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.04.05-01/01	Profils en travers CT01.04.05	1/200	A3
PL-CT01.04.06-01/01	Profils en long et vues en plan CT01.04.06 PM 0+000 - 0+575	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-CT01.04.06-01/01	Profils en travers CT01.04.06	1/200	A3
PL-DS01-01/07	Profils en long et vues en plan drain DS01 PM 0+000 – 4+483	H: 1/2000 V: 1/200	A3
SV-DS01-01/06	Profils en travers drain DS01	1/200	A3

Annexe 2. Liste des bornes

Des bornes d'appui ont été placées systématiquement sur l'ensemble de la zone à aménager. Ces points sont matérialisés soit par des bornes en béton, soit par des points marqués à la peinture sur des ouvrages existants.

Les tableaux ci-dessous présentent les références géographiques et altimétriques de ces bornes. Elles apparaissent également sur les vues générales et d'ensemble de l'aménagement annexées au cahier des plans.

Ces dernières peuvent être facilement retrouvées au GPS dont le paramétrage doit être conforme au système burundais :

Projection : Universal Transverse Mercator zone 35S

Origine des coordonnées : méridien central 27°E $X= 500.000 / Y= 10.000.000$

Ellipsoïde WGS84 - Facteur d'échelle $k_0 = 0.9996$

Tableau 22 – Coordonnées des bornes du levé topographique

id	x	y	z	id	x	y	z
B00	743930.74	9671774.69	876.28	BS19	746729.57	9668815.22	825.81
B02	746588.86	9668943.78	829.24	BS20	746821.12	9668719.37	821.67
B03	750473.20	9668910.88	902.84	BS21	746639.23	9668617.29	828.72
B04	751860.63	9666620.01	877.56	BS22	746451.27	9666997.19	803.77
B05	751021.05	9663587.10	824.79	BS23	746578.91	9666882.65	804.76
B06	751388.15	9661001.95	800.33	BS24	747654.26	9667642.89	836.17
B07	751823.94	9657573.45	827.58	BS25	747784.92	9667615.30	835.11
BS03	744655.37	9669084.33	841.63	BS26	748069.63	9667565.52	831.52
BS04	744841.08	9668893.36	842.58	BS27	748137.00	9667551.43	831.81
BS05	745180.76	9669628.46	848.23	BS28	749307.27	9668837.28	863.03
BS06	744933.83	9669688.35	849.84	BS29	749396.13	9668843.77	864.52
BS07	744086.67	9671213.83	862.56	BS30	749405.63	9667115.18	838.15
BS08	744048.43	9671165.26	861.14	BS31	749512.29	9667009.24	837.26
BS09	742918.35	9671537.49	874.88	BS32	749591.24	9666887.99	836.31
BS10	742476.37	9671423.03	882.94	BS33	749982.97	9665932.19	832.93
BS11	746207.77	9672337.60	853.98	BS34	750070.19	9665831.11	838.09
BS12	746395.39	9672035.70	873.67	BS35	750113.45	9667892.26	865.00
BS12	746020.08	9672639.53	873.64	BS36	750061.49	9667850.33	862.43
BS13	747034.30	9671049.44	834.97	BS37	748451.41	9666446.93	833.80
BS14	746911.66	9671184.55	836.11	BS38	748337.34	9666709.23	834.45
BS15	746872.60	9668996.31	826.81	BS43	749229.78	9669432.18	859.06
BS16	747072.66	9669266.22	826.09	BS44	749124.69	9669636.35	857.91
BS17	744823.36	9668300.80	819.17	BS45	748031.81	9672050.53	843.84
BS18	744960.87	9668099.19	818.35	BS46	748099.09	9672077.58	853.98