



UNIVERSITÉ D'ÉTAT D'HAÏTI

(UEH)

FACULTÉ D'AGRONOMIE ET DE MÉDECINE VÉTÉRINAIRE

(FAMV)

DÉPARTEMENT DE GÉNIE RURAL

(GNR)

**Évaluation de la Performance Technique et du Fonctionnement du
Système d'Irrigation d'André**

(quatrième section communale des poteaux, commune des Gonaïves)

Mémoire

Présenté par : SUPREME Godson

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome

Option : Génie Rural

Décembre 2011

Ce mémoire intitulé :

**Évaluation de la Performance Technique et du Fonctionnement
du Système d'Irrigation d'André**
(quatrième section communale des poteaux, commune des Gonaïves)

Sera présenté par devant le jury composé de :

	Signature	Date	Note
----- Président du jury/06/2012/100
VAL Maxo Erick Membre du jury, Conseiller Scientifique/06/2012/100
----- Membre du jury/06/2012/100
----- Membre du jury/06/2012/100



A Dieu, en signe de ma gratitude pour sa miséricorde et sa grâce ;

A mes chers parents, Mr et Mme SUPREME Gaston en témoignage de ma fidèle affection et de ma reconnaissance pour votre amour, vos sacrifices et vos encouragements et aussi pour m'avoir transféré certaines valeurs telles que l'amour du travail, l'esprit de combativité et l'esprit du progrès;

A mes frères et sœurs, en reconnaissance de leur encouragement, de leur aide et de leur patience au cours de mes longues années d'étude ;

A Elsie VALABLE pour son support inestimable ;

A mes amis, mes collègues et professeurs de la FAMV.

Je vous dédie ce travail.



La réalisation de cet essai a été possible grâce à la collaboration de certaines personnes et institutions qui m'ont accompagné tout au long du trajet. En signe de gratitude, je veux remercier de manière spéciale :

Professeur Maxo E. VAL pour son support technique et professionnel.

Professeur Martin Bourdeau Giovany pour son aide très précieuse.

Saint Paul Noel Vice Président de l'AIKA ainsi que tous les agriculteurs du périmètre d'André pour leur patience et leur accueil au cours des enquêtes de terrain.

En fin, je remercie tous les amis qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.

RÉSUMÉ

Cette étude, réalisée au Poteau, 4^{ème} section communale des Gonaïves, se propose de faire l'évaluation de la performance technique et du fonctionnement du réseau d'irrigation alimentant le périmètre d'André. Pour la conduire, un cheminement méthodologique en trois (3) étapes a été adopté : Une recherche bibliographique qui nous a permis de mieux creuser le sujet ; Des enquêtes en rapport avec la définition des variables et indicateurs pour l'analyse des principaux éléments du système irrigué et leurs interrelations ; enfin l'analyse, le traitement et la présentation des résultats obtenus.

Les résultats de l'étude ont mis à nu l'état critique dans lequel se trouve le système d'André. Un état caractérisé par la faiblesse institutionnelle au niveau de la structure de gestion, l'AIKA qui gère le système ; la détérioration des canaux, l'absence de structure de distribution et de sécurité au niveau du réseau tout ceci rend difficile la gestion de la distribution de l'eau. A cela viennent s'ajouter la menace des ravines avoisinantes quant à la sédimentation des différentes parties du réseau, la diminution du débit de la rivière La Quinte alimentant le système, l'absence de canal d'amenée qui diminue l'appel d'eau et la structure en terre des canaux ce qui fait que de jour en jour les habitants disposent de moins d'eau au niveau des parcelles. En période d'étiage les blocs situés en aval du périmètre ne reçoivent presque pas d'eau ce qui crée alors des conflits sur le périmètre. Comme atouts, les enquêtes ont révélés la fertilité du sol et la proximité du système avec le marché de Poteau et celui des Gonaïves. Les produits agricoles y sont déversés ou sont transportés vers Port-au-Prince.

Pour l'amélioration de la performance du Système d'André, des propositions ont été faites pour le réseau de distribution notamment la construction d'un canal d'amenée au niveau de la prise, la réhabilitation et le curage des canaux et la mise en place des ouvrages de distribution. Tout ceci après une redéfinition au préalable avec les usagers et le comité de gestion, de nouvelles règles de distribution d'eau. Il faut aussi penser à renforcer les capacités institutionnelles de gestion et de prise en charge de L'AIKA tout en se penchant également sur la formation et l'appui technique des usagers.

TABLE DES MATIERES

<i>Dédicaces</i>	<i>i</i>
<i>Remerciements</i>	<i>ii</i>
RÉSUMÉ	<i>iii</i>
TABLE DES MATIERES	<i>iv</i>
LISTES DES TABLEAUX ET FIGURES	<i>vii</i>
LISTES FIGURES	<i>viii</i>
LISTE DES SIGLES ET DES ABREVIATIONS	<i>ix</i>
LISTES DES ANNEXES	<i>x</i>
1- INTRODUCTION	1
1.1- Problématique	1
1.2- Objectifs de l'Etude	2
1.2.1- Objectif général.....	2
1.2.2- Objectifs spécifiques	2
1.3- HYPOTHÈSE	2
2- REVUE DE LITTÉRATURE	3
2.1- Considérations générales sur l'irrigation	3
2.2- Les besoins en eau d'irrigation des cultures	4
2.2.1- Évapotranspiration	4
2.2.1.2- Formule de Thornthwaite et de Blaney-Criddle	5
2.2.2- Définition et méthode de calcul des besoins en eau.....	7
2.2.3- Les précipitations efficaces.....	8
2.3- Réseau d'irrigation	9
2.3.1-Morphologie d'un réseau d'irrigation	9
2.3.2- Les ouvrages de prise d'un réseau à ciel ouvert	10
2.3.2.1- Le seuil de prise	10
2.3.2.2- Vannes de prises.....	10
2.3.2.3- Les organes de dessablage	10
2.3.3- Les ouvrages de transport et de distribution	10
2.3.3.1- Dimensionnement des canaux.....	11
2.3.4- Les ouvrages de régulation	11
2.3.5- Les ouvrages de sécurité.....	12
2.3.6- Les ouvrages de colature	12
2.4- Débit dans un réseau d'irrigation et les ouvrages de contrôle	12
2.4.1- Mesure du débit.....	13
2.4.2- Distribution des eaux d'irrigation	13
2.4.3- Les ouvrages de contrôle débit	14
2.5- Les différentes méthodes d'irrigation	15
2.6- Entretien et maintenance des systèmes d'irrigation	16
2.7- Structure de gestion	16
3- MÉTHODOLOGIE	17
3.1- Présentation de la zone	17
3.1.1- Localisation.....	17
3.1.2- Accessibilité et moyens de communication.....	17

3.1.3- Climat	17
3.1.3.1- Pluviométrie dans le bassin versant de la Quinte.....	18
3.1.3.2 Evapotranspiration.....	18
3.1.4- Ressources en eau	19
3.1.5- Sols	20
3.1.6- Description des systèmes de cultures	20
3.1.7- Infrastructures socioéconomiques.....	20
3.1.8- Description du crédit agricole.....	21
3.1.9- Identification des moyens de transformation, conservation et des marchés..	21
3.1.10- Les activités extra agricoles.....	22
3.2- Matériel.....	22
3.3- Méthode.....	23
3.3.1- Documentation.....	23
3.3.2- Visites et enquêtes.....	23
3.3.2.3- Enquête formelle	23
3.3.2.4- Echantillonnage.....	24
3.3.2.5- Analyse et traitement des données	24
3.3.3- Estimation des besoins en eau	24
3.3.4- Efficacité d'irrigation	24
3.3.5- Estimation du débit	26
3.4- Considérations sur l'évaluation d'un périmètre irrigué	27
3.5- Limitation et orientation du travail	27
IV- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	28
4.1- Présentation du périmètre irrigué.....	28
4.1.1- Description du périmètre	28
4.1.2- Historique des interventions sur le réseau	28
4.1.3- Structure de gestion.....	29
4.2- Evaluation de la fonctionnalité technique de l'infrastructure sur le	
périmètre d'André.....	32
4.2.1- Diagnostic physique du Réseau	32
4.2.1.1- Ouvrage de prise d'eau d'André	32
4.2.1.2- Ouvrage de prise Source Madame Charles.....	32
4.2.1.3- Canal principal André.....	33
4.2.1.4- Ouvrages distribution	34
4.2.1.5- Canaux secondaires et tertiaires	34
4.2.1.6- Ouvrages de traversée de piste.....	35
4.2.1.7- Réseau de drainage.....	36
4.2.1.8- Voies d'accès	36
4.2.2- Besoin en eau des cultures.....	36
4.2.2.1- Evapotranspiration potentielle	36
4.2.2.2- Pluie efficace.....	37
4.2.2.3- Calendrier cultural.....	37
4.2.2.4- Besoins en eau du périmètre	38
4.2.2.5- Besoins nets d'irrigation.....	39

4.2.2.6- Besoins bruts d'irrigation du périmètre	39
4.3- Evaluation du fonctionnement de l'AIKA	40
4.3.1- De la légalité de l'AIKA	40
4.3.2- De la légitimité de l'AIKA.....	41
4.3.3- De la fonctionnalité des structures.....	41
4.3.4- Liste des usagers.....	41
4.3.5- De la Gestion financière	42
4.3.6- De la Gestion administrative.....	42
4.3.7- De la capacité d'entretien du réseau.....	42
4.3.8- De la capacité de négociation et d'alliance	42
4.3.8.1 Gestion des conflits sur le système	42
4.3.8.1 Partenariat	43
4.4- Evaluation des règles et pratique de distribution de l'eau sur le périmètre d'André	43
4.4.1- De la distribution de l'eau	43
4.4.2- Redevance des usagers	44
4.5- Avis et propositions de solution.....	44
4.5.1 Avis des exploitants.....	44
4.5.2 Proposition du Plan Consult.....	45
4.5.2.1 Au niveau du réseau.....	45
4.5.2.2 Au niveau de la gestion.....	45
V- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	46
5.1 Conclusion	46
5.3 Recommandations.....	47
VI- BIBLIOGRAPHIE.....	48

LISTES DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 3.0-1 Valeurs moyennes de l'évapotranspiration potentielle pour la zone du bassin Versant de la Quinte	19
Tableau 3.0-2.- Débits mensuels des rivières Quinte et Bayonnais hors prélèvements des débits pour l'irrigation en amont (m ³ /s)	20
Tableau 3.0-3 : Efficience d'irrigation d'après BRGM cité par PEUTIDIER, 2000, récite par DIEUCONSERVE, 2004	25
Table 4.0-1 Historique des interventions sur le périmètre	29
Tableau 4.0-2 Les évènements importants dans la gestion du système d'André	31
Tableau 4 0-3.- Résultats des mesures du débit en tête du canal principal d'André	34
Tableau 4-0-4 Caractéristiques géométriques et débits mesurés de certains canaux	35
Tableau 4-0-5 Traversées de pistes à construire	35
Tableau 4.0-6- Pluviométrie et pluie efficace en mm/mois.....	37
Tableau 4.0-7 Calendrier cultural	37
Tableau 4.0-8 Besoins en eau du périmètre.....	39
Tableau 4- 0-9 Besoins nets d'irrigation du périmètre.....	39
Tableau 4-0-10 Besoins bruts d'irrigation du périmètre	40

LISTES FIGURES

Figure 3.0-1 La courbe des précipitations	18
Figure 4-0-1 Organigramme de l'AIKA.....	30
Figure 4.0-2 Prise Source Madame Charles	33
Figure 4.3 Evapotranspiration potentielle en mm/j.....	36

LISTE DES SIGLES ET DES ABREVIATIONS

AG	Assemblée générale
AI	Association d'irrigants
AIKA	Asosyasyon irigan kanal André
BID	Banque Inter Américaine de Développement
DDAA	Direction départementale agricole de l'Artibonite
FAES	Fonds d'Assistance Économique et Social
FONHDILAC	Fondation Haïtienne pour le Développement Intégral Latino Américain et Caraïbéen
FONHADI	Fondation haïtienne de l'irrigation
GEDER	Groupe d'Experts pour le Développement Rural
MARNDR	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural
OIM	Office international de migration
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OPKA	Òganizasyon Plantè Kanal Andre
PATRAI	Programme d'Assistance Technique pour renforcer les associations d'irrigants en Haïti
PIA	Programme d'intensification agricole
PPI	Petits Périmètres Irrigués

LISTES DES ANNEXES

ANNEXE A: Questionnaire d'enquête

ANNEXE B : Delimitation de la zone d'étude

ANNEXE C : Schéma du réseau d'irrigation d'André

ANNEXE D : Schéma du découpage du périmètre d'André

ANNEXE E : Répartition des usagers par bloc

ANNEXE F : Permis de fonctionnement de l'AIKA délivré par la Mairie des Gonaïves

ANNEXE G : Reportage photographique

ANNEXE H : Données climatiques de la zone, besoins en eau des principales cultures et ressources en eau

ANNEXE I : Note de calcul des besoins en eau sur le périmètre d'André

ANNEXE I : Caractéristiques du sol au niveau du périmètre d'André

1- INTRODUCTION

1.1- Problématique

L'irrigation est aujourd'hui incontournable dans le monde si l'on veut amorcer un développement économique par l'agriculture. En Haïti, pays essentiellement agricole, l'agriculture est pratiquée depuis le niveau de la mer jusqu'à des hauteurs supérieures à 2000 mètres. Dans ces différents étages, l'agriculture reste en grande partie pluviale. Cependant, malgré l'abondance des précipitations dans une large part du pays, l'irrigation se justifie en raison de la grande irrégularité des précipitations. D'une manière générale, les plaines présentent une pluviométrie déficitaire alors que les pentes dominantes sont soumises à des pluies plus abondantes dont le ruissellement alimente les cours d'eau et constitue une ressource pour l'irrigation (MARNDR, Mars 2010).

La pratique de l'irrigation en Haïti est ancienne et remonte jusqu'à la période coloniale. Toutefois, malgré de fortes sommes investies dans la construction des ouvrages hydrauliques, l'irrigation ne constitue pas un facteur multiplicateur de l'économie et l'agriculture irriguée ne joue pas son rôle de développement rural. Les systèmes irrigués ont connu dans le temps une dégradation générale ce qui fait que le secteur agricole haïtien fait face actuellement à de graves problèmes de pénurie d'eau affectant ainsi le rendement des cultures.

Les problèmes que confrontent les périmètres irrigués dans l'ensemble du pays n'épargnent pas celui d'André. Le système d'irrigation est en mauvais état. La majorité des canaux du système est en terre, ce qui augmente les pertes par infiltration et diminue la quantité d'eau utile, ceci a pour effet:

- ✓ La réduction des superficies pouvant être effectivement cultivées;
- ✓ Des pertes de récolte ou des baisses considérables de rendements;
- ✓ Le dysfonctionnement du périmètre et le manque de disponibilité en eau pour l'irrigation;
- ✓ Des conflits entre usagers en période d'étiage

De jour en jour les habitants de la zone disposent moins d'eau pour l'irrigation à cause de la diminution du débit de la rivière Quinte et aussi de la détérioration des canaux d'irrigation (WINNER/USAID, 2009). Ainsi le rendement des parcelles agricoles diminue grandement à cause de la carence d'eau en saison sèche.

La remise en état du système d'irrigation passe par une connaissance approfondie de son fonctionnement afin de mieux comprendre les problèmes du réseau. Ce travail consiste en une évaluation de la performance technique et du fonctionnement du réseau d'irrigation de ce périmètre, afin d'arriver à faire des propositions pouvant conduire à une amélioration du dit système et une meilleure valorisation des terres.

1.2- Objectifs de l'Etude

1.2.1- Objectif général

Contribuer aux études permettant d'améliorer la performance et le fonctionnement du réseau d'irrigation d'André en vue d'augmenter la production agricole de la zone.

1.2.2- Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de ce travail consistent à :

- Faire le diagnostic physique du périmètre (réseau de distribution à savoir canaux, ouvrages de distribution et de contrôle de débit, etc.) ;
- Faire le diagnostic socio agronomique du périmètre (structure de gestion du périmètre) ;
- Evaluer les besoins en eau d'irrigation des cultures du périmètre d'étude ;
- Évaluer le débit en tête du réseau ;
- Faire des propositions pouvant conduire à l'amélioration du réseau.

1.3- HYPOTHÈSE

Certains travaux de réhabilitation, suivi d'un entretien régulier du système d'irrigation permettront d'améliorer ses performances techniques et le renforcement de la structure de gestion doit favoriser le bon fonctionnement institutionnel du périmètre.

2- REVUE DE LITTÉRATURE

2.1- Considérations générales sur l'irrigation

2.1.1- Buts de l'irrigation

Selon ROLLEY (1953), le but immédiat de l'irrigation est évidemment d'apporter au sol l'humidité qui lui fait défaut et qui est nécessaire au développement des cultures, mais dans l'économie générale d'un pays, le but agricole de l'irrigation varie avec les conditions culturelles et démographiques :

a) En pays désertique

L'arrosage est destiné à permettre la culture des terres incultes que l'extrême sécheresse voue à la stérilité. C'est le cas pour tous les pays recevant moins de 250 mm de pluie annuellement. L'irrigation a, à ce moment, une importance inestimable puisqu'elle crée de toutes pièces la vie et la richesse.

b) En zone déjà cultivée.

L'arrosage peut avoir un des 3 objets suivants :

1. Assurer régulièrement la récolte que les sécheresses accidentelles menacent de destruction partielle ou complète.
2. Permettre dans les pays favorables de faire deux récoltes par an.
3. Allonger artificiellement la période humide, de façon à autoriser la culture des plantes à développement lent comme la canne-à-sucre, ou exigeantes en eau comme le riz que l'absence d'irrigation ne permettrait pas d'exploiter.

2.1.2- Nécessité de l'irrigation

Dans une perspective très large, la croissance démographique fait que l'autosuffisance alimentaire s'érige en quête agricole dans les pays pauvres et à agriculture faiblement mécanisée, il faut donc pouvoir satisfaire la demande alimentaire des populations. Or les précipitations sont non seulement irrégulières mais en général très faibles par rapport aux besoins des plantes. Ce qui représente un véritable danger pour le développement des cultures et entraînera considérablement une baisse de rendement des plantes. Dans ce cas l'irrigation devient indispensable.

2.2- Les besoins en eau d'irrigation des cultures

2.2.1- Évapotranspiration

La notion d'évapotranspiration englobe la totalité de la quantité d'eau rejetée dans l'atmosphère par une plante à partir de la surface du sol et aussi à partir de l'appareil végétatif.

Les méthodes pour estimer l'évapotranspiration sont nombreuses et basées sur des variables climatiques. Il est souvent difficile de l'obtenir par des méthodes directes précises dans les conditions du terrain.

De nombreuses voies suivies par des bio climatologues convergent vers l'établissement des expressions pratiques en fonction des paramètres climatiques de référence. Ce sont :

- L'ajustement statistique d'un grand nombre d'observations aboutissant aux formules de Blaney-Cridle, Thornthwaite, Turc ;
- L'établissement du bilan d'énergie, moteur de l'évapotranspiration : Penman, Bouchet, Brochet-Gerbier et Penman-Monteith.

Ces méthodes sont utilisées dépendamment de la disponibilité des données climatiques.

2.2.1.1- Formule de Penman-Monteith

Les phénomènes de transfert d'eau à la surface de la terre sont dus à des processus énergétiques : les facteurs climatiques conditionnent donc directement ces phénomènes. Et le principe de l'énergie appliquée au niveau d'un couvert végétal permet d'avoir le bilan énergétique se présentant ainsi :

$$Rn = S + Qh + Qe \quad (2.1)$$

Rn : Rayonnement net

S : Flux de chaleur dans le sol

Qh : Flux de chaleur sensible vers l'atmosphère

Qe : Flux de chaleur latente vers l'atmosphère correspondant aux phénomènes d'évapotranspiration.

Des modifications ont été apportées par des physiciens et des climatologues en supposant que les coefficients de transfert turbulent sont les mêmes pour les valeurs sensibles et latentes. Aussi, aboutira-t-on à la formule de Penman-Monteith que l'on peut écrire de la façon suivante :

$$Q_e = \frac{\Delta(Rn - S) + \rho C_p (e_s - e_a) / r_a}{\Delta + \gamma(1 + r_s / r_a)} \quad (\text{Traité d'irrigation, p. 208}) \quad (2.2)$$

($e_s - e_a$) : Déficit de pression (KPa) de vapeur de l'air à la hauteur de référence dans la couche limite

ρ : Densité moyenne de l'air (Kg m^{-3})

C_p : Pente de la courbe de pression de vapeur saturante température de l'air ($\text{KPa}^\circ\text{C}^{-1}$)

γ : Constante psychométrique ($\text{KPa}^\circ\text{C}^{-1}$)

r_s : Résistance de surface (Sm^{-1})

r_a : Résistance aérodynamique entre la surface évaporante et le niveau de référence située au dessus d'un couvert végétal (Sm^{-1}).

La formule la plus utilisée pour le calcul de la résistance aérodynamique est :

$$r_a = \frac{\ln\left(\frac{Z_m - d}{Z_0 m}\right) \ln\left(\frac{Z_h - d}{Z_0 h}\right)}{K^2 U_z} \quad (2.3)$$

Z_m : hauteur de la mesure de la vitesse du vent (m)

Z_h : hauteur à laquelle s'effectuent les mesures de température et d'humidité de l'air

$Z_0 m$: hauteur de rugosité relative à la quantité de mouvement (m)

$Z_0 h$: hauteur de rugosité au transfert de chaleur et de vapeur (m)

U_z : vitesse du vent à la hauteur Z_m (ms^{-1})

K : constante de Von Karman, généralement égale à 0.41.

2.2.1.2- Formule de Thornthwaite et de Blaney-Criddle

Ces méthodes connaissent d'énormes succès dans leurs utilisations dans le monde particulièrement en Amérique le fait qu'elles sont basées sur la température.

La formule de THORNTHWAITE est la suivante : $E = 1.6(10t/I)^a$ (2.4)

a : constante à déterminer et est égale à :

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.79 \times 10^{-2} I + 4.92 \times 10^{-1} \quad (2.5)$$

$$I : \text{indice thermique annuelle, } I = \sum_i^n i \quad (2.6)$$

i : indice thermique mensuelle, $i = (t/5)^{1.514}$

t : température moyenne, en degré Celsius.

Cette formule moins précise que celle de BLANEY-CRIDDLE a pour expression originale : $ETP = K t_f . P$ (2.7)

K : coefficient de la culture en fonction de la zone climatique

t_f : température en fahrenheit

P : rapport de la durée du jour pendant la période considérée à la durée du jour pour l'année entière.

2.2.1.3- Coefficient cultural et cycle végétatif

La consommation en eau de la plante dépend principalement de son âge (stade végétatif) et de sa variété. Ces paramètres définissent pour chaque plante un coefficient cultural (K_c). Ce coefficient caractérise la croissance de la plante au cours de son cycle végétatif. La quantité d'eau maximale dont la culture a besoin pour une croissance optimale est définie par le produit de l'ETP et du K_c . Ce besoin est appelé Evapotranspiration Maximale (ETM), exprimée en mm.

$$ETM = K_c \times ETP \quad (2.8)$$

Ce coefficient varie avec :

- Le stade végétatif ;
- La variété ;
- La densité de plantation ;
- Le climat (FAO, 1994).

La FAO propose quatre stades de développement d'une culture annuelle dans sa méthode pour fixer la valeur de K_c :

- Stade initial qui correspond à la phase de germination et de première croissance. A ce stade le sol est recouvert à moins de 10% ;

- Stade de développement, s'étendant depuis la fin du stade initial jusqu'à atteindre une couverture effective du sol. Elle est la phase où la plante s'installe en développant son système racinaire et son appareil aérien. La couverture du sol est de 70 à 80% de la superficie ;
- Stade de mi-saison : phase correspondant au développement des organes fournissant la production commercialisable. Elle est décelée par la décoloration des feuilles ; se situe bien au-delà du stade de floraison. C'est également la phase où les besoins en eau sont maximaux.
- Stade de fin saison : de la fin du stade de mi-saison à la pleine maturité de la récolte. C'est souvent cette phase qui conditionne la qualité du produit final (FAO, 1994).

2.2.2- Définition et méthode de calcul des besoins en eau

Le calcul des besoins en eau d'irrigation est effectué pour établir le bilan hydrique pendant toute la saison végétative afin d'optimiser l'efficacité d'un système d'irrigation. Il permet de mieux gérer la ressource hydrique, planifier et programmer l'irrigation au niveau des projets et au niveau des champs.

La programmation et la planification de l'irrigation poursuivent une double finalité :

- 1- La détermination des besoins en eau d'irrigation pour compenser les déficits de l'eau. Ce besoin est divisé en :
 - Besoins en eau des cultures : hauteur d'eau nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire depuis la plantation jusqu'à la récolte dans des conditions du sol non limitantes du point de vue de la disponibilité de l'eau et de la fertilité et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions données (Doorenbos J. et Pruitt W.O. – Les besoins en eau des cultures. FAO Bulletin d'irrigation et de drainage N° 24) ;
 - Besoins nets en eau d'irrigation : quantité qui doit être consommée par la plante. Elle est définie comme la hauteur d'eau consommée par évaporation d'une culture conduite dans des conditions données d'environnement et de pratiques

culturales (Traité d'irrigation, p. 207). Elle est exprimée en mm/j, mm/mois ou toute unité de temps. Il est calculé par la formule suivante :

$$BN_i = \frac{Kc_i \times ET_0 - Pe - D_0 - Ge}{1 - BL} \quad (2.9)$$

$$BL = \frac{CEe}{5CEs - CEe} \quad (2.10)$$

BN_i : besoin net en eau d'irrigation pour la culture considérée

ET_0 : évapotranspiration de la culture (mm)

Pe : précipitation efficace (mm), calculée en retirant à la précipitation totale les pertes par ruissellement ou par percolation profonde

Ge : remontées capillaires éventuelles à partir d'une nappe souterraine

D_0 : disponibilité en eau du sol (mm)

BL : besoin de lessivage

CEe : conductivité électrique de l'eau d'irrigation

CEs : conductivité électrique de l'eau de saturation du sol

- Besoins en eau d'irrigation : volume d'eau livrée par le réseau ou le volume d'eau prélevée sur la source en eau. Dans ce cas, il faut tenir compte des diverses pertes (par ruissellement, par évaporation, par infiltration) qui peuvent surgir. Il est calculé par la formule suivante : $BB = \frac{BN_i}{Eg}$ (2.11)

Avec Eg : efficacité globale d'irrigation.

Et selon la FAO, il y a de plus :

- Besoins opérationnels en eau d'irrigation qui est le débit devant être distribué dans un réseau en fonction d'un calendrier.
- Apport d'eau au réseau qui est la quantité d'eau prélevée dans la source aux fins d'irrigation.

2- La détermination des fréquences avec lesquelles il faut reconstituer la réserve utile du sol afin de satisfaire les besoins des plantes dans des conditions idéales.

2.2.3- Les précipitations efficaces

Les apports d'eau par précipitation représentent la condition nécessaire, mais non suffisante pour approcher la disponibilité en eau (traité d'irrigation, p.210). Lorsqu'il y a précipitation, une bonne partie alimente l'écoulement à la surface du sol ;

l'autre partie franchie la surface du sol et renouvelle les stocks d'eau souterraine et entretient le débit de l'écoulement souterrain. Cette dernière dans une certaine mesure sera réutilisée par la plante.

La première fraction est le ruissellement, la seconde est la précipitation efficace. Elles sont toutes liées à la nature et à la structure du sol.

On peut évaluer les précipitations efficaces à partir du logiciel Cropwat de la FAO.

Les formules utilisées sont les suivantes :

$$Pe = P(1 - 0.2 \times P/125) \quad \text{pour } P < 250 \text{ mm} \quad (2.12)$$

$$Pe = 125 + 0.1 \times P \quad \text{pour } P > 250 \text{ mm} \quad (2.13)$$

2.3- Réseau d'irrigation

Ensemble des ouvrages et équipements qui assurent le transport et la distribution de l'eau depuis l'ouvrage de prise jusqu'à la parcelle cultivée (FAO, 1994).

2.3.1-Morphologie d'un réseau d'irrigation

Un périmètre irrigué comprend un ensemble de parcelles. Chaque parcelle reçoit périodiquement, pendant un temps déterminé une main d'eau, débit que l'irrigant peut manipuler aisément sans perte de temps ni d'eau excessive. Compte tenu de la fréquence des irrigations, de la durée journalière du travail et du temps d'application des doses d'arrosage, une seule main d'eau suffit pour alimenter un certain nombre de parcelles au cours d'une rotation ; ces parcelles constituent alors un quartier. L'eau est acheminée aux parcelles d'un quartier grâce à un canal dit arroseur qui est l'élément final du réseau d'irrigation (SOGETHA, 1969).

L'alimentation du réseau est assurée généralement par un ouvrage de tête : prise sur barrage de retenue, prise en rivière, captage de sources, station de pompage sur puits, forage, lac, etc. L'eau est ensuite transportée par un canal ou conduit d'adduction appelé tête morte jusqu'au périmètre irrigué. Cette tête morte est parfois réduite à une très faible longueur voire inexistante. Au niveau du périmètre proprement dit, le réseau d'irrigation est formé par un certain nombre de canaux que l'on peut généralement classer en principaux, secondaires, tertiaires et arroseurs assortis d'ouvrages divers

destinés à assurer la régulation des niveaux, le partage et distribution de l'eau, le franchissement des obstacles (pistes, colatures, etc.) et la sécurité de l'ensemble (SOGETHA, 1969).

2.3.2- Les ouvrages de prise d'un réseau à ciel ouvert

2.3.2.1- Le seuil de prise

Il est généralement placé le plus près possible du seuil de dérivation et perpendiculairement à ce dernier, pour favoriser le dégrèvement par effet de chasse. La forme du raccordement entre le seuil de prise et le canal ou le dessableur est, le plus souvent, convergente.

2.3.2.2- Vannes de prises

Elles sont généralement placées directement sur le seuil de prise. Certaines fois, elles peuvent être placées à l'aval du bassin de sédimentation si le seuil de prise est très long. Elles permettent d'évacuer à l'aval les matériaux en provenance du bassin. De plus elles facilitent le vidange des plus hautes eaux et d'utiliser la retenue en cas de besoins.

2.3.2.3- Les organes de dessablage

Ils sont essentiels pour les rivières à fort transport solide. Ils permettent de limiter ou d'éviter l'ensablement des canaux.

Il en existe trois (3) grands types : le décanteur à purge discontinue, le dessableur à purge discontinue ou à purge continue et le bassin curé à la main ou aux engins mécaniques.

2.3.3- Les ouvrages de transport et de distribution

L'acheminement de l'eau de sa source vers ses usagers se fait généralement à travers un réseau de canaux. Ils peuvent être en terre ou revêtus selon que le sol est faiblement perméable ou fortement perméable. Ceux qui sont en terre sont moins coûteux en construction, par contre leurs entretiens sont importants et fréquents. L'efficacité d'exploitation de ces canaux est obtenue par le désherbage régulier.

La distribution de l'eau dans les canaux se fait suivant trois (3) possibilités :

- Le débit est entièrement dérivé : l'ouvrage est alors une prise tout ou rien (TOR)

- Le débit dérivé est une fraction constante du débit affluent qui peut être variable : l'ouvrage peut être alors un déversoir de prise ou un partiteur fixe ou mobile ;
- Le débit dérivé a une valeur donnée quelles que soient les variations du débit affluent : les ouvrages peuvent être des puits de fond ou des modules à masques. Pour ces ouvrages, les variations importantes de niveau provoquent des variations acceptables du débit.

2.3.3.1- Dimensionnement des canaux

Le dimensionnement de canaux se fait généralement en supposant que l'écoulement est permanent et uniforme. Ceci se fait pour les ouvrages de pente et de forme sensiblement constantes transportant des débits qui varient lentement.

Quelque soit la formule utilisée, l'étude d'un écoulement dans un canal fait intervenir le débit, la pente, la géométrie et la nature des parois.

La formule de Manning est la plus utilisée :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad (2.14)$$

V : Vitesse moyenne de l'eau (ms⁻¹)

R : Rayon hydraulique (m)

I : Pente longitudinale du canal

n : Coefficient de rugosité, fonction de la nature des parois

En introduisant le débit la formule de Manning devient : $Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} S$ (2.15)

Q : débit à transporter (m³s⁻¹)

S : Section mouillée (m²) (ROLLEY, 1953)

2.3.4- Les ouvrages de régulation

Pour maintenir la quantité d'eau dérivée à son niveau initial dans les canaux, des ouvrages de régulation sont ordinairement construits. Ils peuvent être manuels ou automatiques. Ils sont restés constamment sous le contrôle d'un responsable de l'irrigation. Le nombre et le type de ces dispositifs dépendent du type et la position des canaux.

2.3.5- Les ouvrages de sécurité

Ils sont d'une importance capitale pour le transport de l'eau d'un endroit vers un autre. Ils ont donc pour rôle d'éviter toute surélévation excessive de la ligne d'eau dans un canal. Car un canal dimensionné pour un débit donné ne peut supporter une surcharge qu'à la limite de sa revanche puisqu'au-delà, il déborde et entraîne des pertes d'eau, des dommages aux cultures. Ce sont en général le déversoir latéral et le siphon.

Ces ouvrages sont à prévenir :

- En début et en fin de tête morte ;
- En tête de biefs ayant un débit de dimensionnement inférieur à celui du bief amont ;
- À l'amont des canaux en terre à fort remblai ;
- En amont des ouvrages d'art importants (siphon inversé, par exemple).

2.3.6- Les ouvrages de colature

Ces ouvrages sont construits pour évacuer, hors des parcelles, les eaux usées et les eaux en excès. Ce sont généralement des drains et se trouvent, le plus souvent, en fin de réseau.

2.4- Débit dans un réseau d'irrigation et les ouvrages de contrôle

Selon ROLLEY(1953), deux éléments essentiels conditionnent tous les ouvrages d'un réseau d'irrigation :

- ✓ Le débit de dérivation ou portée du canal d'amenée. Désigné par la lettre Q, le débit se définit comme étant le volume d'eau qui traverse une section transversale de canal en une unité de temps, il est fonction de la courbe de consommation d'eau au niveau du périmètre. Généralement, il est exprimé en mètre cube par seconde (m^3/s) ou en litre par seconde (l/s).
- ✓ Le mode de distribution à adopter pour satisfaire le mieux possible aux besoins de la culture et les ouvrages de contrôle et de distribution adéquats.

2.4.1- Mesure du débit

Le débit constitue la donnée de base et même souvent indispensable pour toutes études hydrauliques. Sa mesure peut se faire soit de façon directe, soit indirecte.

- Mesures directes : elles consistent soit à mesurer la vitesse moyenne d'un écoulement (V) et mesurer la section mouillée du canal (S) : $Q=SV$, V en m/s, S en m^2 . Soit à laisser remplir un récipient de volume connu pendant un temps chronométré ($Q=\text{volume}/\text{temps}$, V en m^3 , t en s).
- Mesures indirectes qui servent le plus souvent à estimer les débits. Celles-ci peuvent être effectuées soit en utilisant un moulinet qui détermine la vitesse en un point donné d'un mouvement de fluide, soit par la relation H/Q déterminé par tarage ou par section de contrôle. Par cette méthode on arrive à repérer les sections des canaux en terre où les pertes d'eau par infiltration sont plus importantes.

2.4.2- Distribution des eaux d'irrigation

Le débit des canaux étant déterminé, il ne reste plus qu'à organiser la distribution de l'eau aux diverses surfaces d'utilisation, de façon à ce que chacune d'elles reçoive sa dose au moment opportun. Ainsi trois méthodes de distribution peuvent être employées :

1. Distribution continue ou par domaine

Elle suppose que chaque irrigant a souscrit pour un débit. Chaque exploitation recevra de façon continue son débit durant le temps que va durer l'arrosage. Donc cela sous-entend que l'eau est toujours présente dans les canaux.

2. Distribution par rotation

Elle consiste à faire venir l'eau au niveau des exploitations à des intervalles déterminés, mais avec un débit égal au module et en général plus important que le débit continu nécessaire. Elle se fait habituellement sur la rigole de distribution dans certains cas dans des canaux secondaires ou mêmes principaux.

3. Distribution à la demande

Comme le nom l'indique, dans cette méthode l'eau est livrée à l'irrigant sur demande et aux besoins des cultures. Celle-ci suppose une bonne connaissance des besoins des cultures par les irrigants.

(ROLLEY, 1953)

2.4.3- Les ouvrages de contrôle débit

Afin d'assurer l'alimentation complète des exploitations agricoles, le débit dans les canaux doit être régulé et contrôlé. Ceci permettra également d'éviter le gaspillage de l'eau.

Les ouvrages de contrôle de la distribution d'eau permettent une distribution précise au sein d'un système d'irrigation.

a) Partiteurs

Les partiteurs servent à diviser le débit d'eau entre deux ou plusieurs canaux. L'eau entre à travers une ouverture située à une extrémité et ressort à travers plusieurs ouvertures situées à l'autre extrémité. Ces ouvertures sont équipées de vannes.

b) Dérivations

Les dérivations sont construites dans la berge du canal. Elles détournent une partie du débit vers un canal moins important. Les dérivations peuvent être des ouvrages en béton ou réalisés avec des buses.

c) Les régulateurs de niveau

Pour dériver l'eau d'un canal vers un champ, il est souvent nécessaire de monter le niveau d'eau dans le canal. Les régulateurs de niveau sont des ouvrages qui bloquent temporairement l'eau dans le canal et augmentent le niveau en amont. Les régulateurs de niveau peuvent être des structures permanentes ou portatives.

2.5- Les différentes méthodes d'irrigation

L'eau, quelque soit son origine, pose un problème : comment assurer sa répartition sur le sol de manière à garantir l'alimentation des plantes ?

Le choix du mode de répartition doit essentiellement envisager la rentabilité finale de l'opération.

D'une manière générale, on distingue trois grandes méthodes d'irrigation :

- L'irrigation de surface ou gravitaire consiste en l'inondation de la surface du sol de façon à provoquer une infiltration locale accompagnée ou non de ruissellement superficiel. Principales techniques : Sillon, Planche, Bassin. Principe : L'eau est amenée sur la parcelle au point le plus élevé et s'écoule vers les points d'altitudes plus faibles.
- L'irrigation par aspersion est une méthode d'apport de l'eau à une végétation de telle sorte que l'on tend à distribuer cette eau sur la végétation en simulant l'effet d'une pluie répartie uniformément. Une telle méthode nécessite une mise sous pression du point d'aspersion. Elle se distingue d'autres méthodes sous pression (irrigation localisée) par la nécessité d'une pression suffisamment élevée en vue d'obtenir un débit et une répartition aussi adéquats que possible sur des surfaces unitaires relativement importantes.
- L'ensemble des méthodes d'irrigation qui assurent les apports d'eau à la plante sur une fraction réduite de la surface du sol. La micro-irrigation comprend plusieurs systèmes que l'on peut grosso modo classer de la façon suivante :
 - ✓ les systèmes d'apport ponctuel (le " goutte à goutte")
 - ✓ les systèmes d'apport linéaire, type rampes perforées et rampes poreuses
 - ✓ les systèmes d'apport par taches, type mini-diffuseurs L'irrigation localisée entraînant l'humidification dans la zone racinaire de la plante en y versant de l'eau sous forme de goutte.

(FELIX, 2007)

2.6- Entretien et maintenance des systèmes d'irrigation

Un bon entretien des systèmes d'irrigation est indispensable si on veut maintenir le potentiel d'économie d'eau et éviter le gaspillage. Parmi les principaux problèmes relatifs à l'entretien du système d'irrigation, on retiendra :

- ✓ L'état défectueux des régulateurs de pression ou des limiteurs de débits ;
- ✓ les fuites dans les tuyauteries d'adduction d'eau ;
- ✓ l'état défectueux des canaux et des raies.

Ces éléments conduisent notamment des problèmes de distribution d'eau (qui peuvent pénaliser les exploitants situés en extrémité du système d'adduction) et des conflits d'usagers. Pour éviter ces problèmes, il faut dès lors :

- ✓ Entretien du réseau d'irrigation : remplacement joints et bétons endommagés et/ou colmatage des fissures ; remplacement et/ou nettoyage filtres et grilles ; nettoyage, débouchage et ou curage ;
- ✓ Entretien des berges ;
- ✓ Observer de façon continue l'état des infrastructures et du matériel ;
- ✓ Planifier les opérations ;
- ✓ Budgétiser le coût des opérations ;

(VAN LAERE 2003).

2.7- Structure de gestion

La mise en place d'infrastructures d'irrigation s'accompagne impérativement de la mise en place d'une structure de gestion, organe représentatif de l'ensemble des exploitants qui gère au jour le jour le bon fonctionnement du périmètre d'irrigation. La mise en place d'une telle structure avec des statuts bien définis permet de réguler les conflits d'usagers, l'adéquation entre les intérêts individuels et le caractère collectif de certaines infrastructures, les stratégies de suivi et d'entretien des équipements (VAN LAERE 2003).

3- MÉTHODOLOGIE

3.1- Présentation de la zone

3.1.1- Localisation

Le périmètre d'André est situé sur la rive gauche de la rivière La Quinte et en aval de la localité Passe-Joly, relève ainsi administrativement de la quatrième section des Poteaux de la commune des Gonaïves. Se trouvant à environ 2 km du marché des Poteaux et une dizaine de km de la ville des Gonaïves, il compte une superficie brute d'environ 260 ha (LGL.SA, 2007). La zone d'étude relève du bassin versant communément appelée Ennery/Quinte couvrant une superficie de 699.71 Km².

Les coordonnées géographiques de la zone d'étude sont :

Latitudes N : 19° 30' 40" et 19° 32' 50".

Longitudes W : 072° 32' 14.0" et 072° 37' 35.76".

3.1.2- Accessibilité et moyens de communication

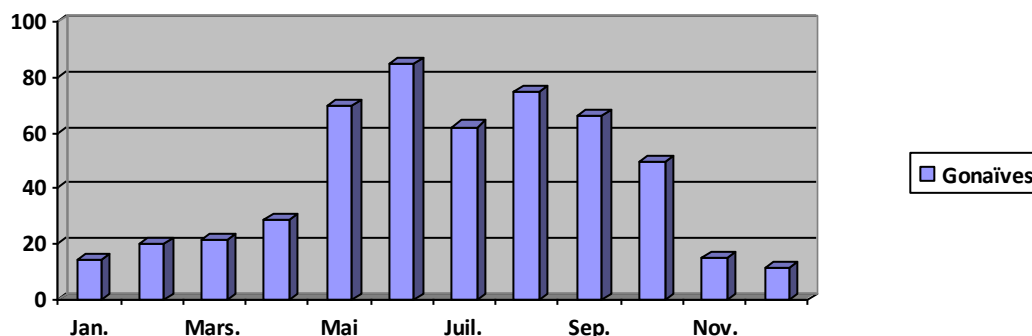
Les voies d'accès sont constituées par la grande route Kafou-Piquate-kafou-Teikan qui longe le canal principal en traversant tout le périmètre et par deux routes secondaires André Cayimite et Terre Sonnée qui débouchent sur cette route principale. Ce sont des routes carrossables en terre battue (image 4, annexe G).

3.1.3- Climat

Le périmètre fait partie de la région climatique tropicale. Cette zone est caractérisée par un climat tropical semi-aride dont les différentes composantes seront présentées ci-dessous.

3.1.3.1- Pluviométrie dans le bassin versant de la Quinte

La pluviométrie dans le bassin versant de la Quinte met en relief deux saisons : La saison des pluies qui s'étend de mai à la fin du mois d'octobre avec un maximum en juin. La saison sèche qui s'étend de novembre à mi-mai. La saison pluvieuse reçoit plus de 80% des précipitations annuelles et les pluies sont généralement des orages de courte durée, parfois intensifs. Ces orages sont dus au jeu des brises de terre et de mer et à l'effet des montagnes limitrophes. Cet effet orographique provoque des précipitations de convection d'après-midi dans les vallées et sur les versants des montagnes (Euro Consult, 1989). La pluviométrie annuelle au niveau de la plaine des Gonaïves est très faible, oscillant autour de 700 mm. La courbe des précipitations aux Gonaïves, fig. 3.1, adopte une distribution presque en cloche représentant ainsi les deux saisons distinctes, en annexe H nous avons le tableau la précipitation moyenne mensuelle et annuelle dans le bassin versant de la Quinte de 1920 à 1994.



Source : LGL SA, 1999

Figure 3.1 La courbe des précipitations

3.1.3.2 Evapotranspiration

Les données relatives à l'évapotranspiration potentielle pour la zone du bassin versant de la Quinte ont été calculées par le logiciel de la FAO Cropwat 8.0. Les données météorologiques utilisées sont des données enregistrées à la station agro-météorologique de Desronville, une localité située à 3 km au nord de la ville des

Gonaïves (LGL.SA, 1999). Les valeurs moyennes de l'évapotranspiration sont présentées dans le tableau 3.1.

Tableau 3.0-1 Valeurs moyennes de l'évapotranspiration potentielle pour la zone du bassin Versant de la Quinte

Mois	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Ray. MJ/m ² /jour	ETo mm/jour
Janvier	25.9	31.5	63	2.0	8.4	17.3	4.35
Février	20.7	31.4	62	2.4	8.8	19.6	4.91
Mars	21.7	32.1	62	2.4	8.6	21.3	5.36
Avril	22.5	32.6	62	2.4	8.3	22.1	5.67
Mai	23.0	33.6	65	2.1	8.1	22.1	5.57
Juin	23.2	33.8	66	1.7	8.1	22.0	5.36
Juillet	23.4	34.6	65	1.9	8.9	23.1	5.70
Août	29.0	34.6	64	1.9	8.6	22.5	5.90
Septembre	23.3	34.2	65	1.8	8.1	20.9	5.27
Octobre	22.7	33.2	66	1.4	7.9	18.8	4.40
Novembre	22.4	32.8	68	2.0	8.4	17.6	4.28
Décembre	21.2	31.5	62	2.0	8.7	17.0	4.08
Moyenne	23.3	33.0	64	2.0	8.4	20.4	5.07

Source : LGL SA, mars 1999

L'analyse des données de précipitation moyenne et de l'évapotranspiration potentielle moyenne pour la zone du bassin versant de la Quinte montre qu'il y a un déficit d'eau presque au cours de toute l'année. Les valeurs de l'évapotranspiration potentielle sont supérieures à celles de la précipitation. Cela est dû en partie au manque de végétation et à la faible capacité de rétention en eau du sol (PROPHETE, 2006).

3.1.4- Ressources en eau

Le système d'André est alimenté en amont par la rivière La Quinte et les sources Madame Charles et Garel. Cette même rivière alimente, en amont d'André dans les zones d'Ennery et de Passe Reine, une vingtaine de petits périmètres dont les superficies varient d'un carreau à 20 carreaux. En période d'étiage, toute l'eau de la rivière est utilisée par ces périmètres en amont. A ce moment, les usagers d'André n'ont d'autres choix que d'utiliser les sources susmentionnées. Les débits mensuels de la rivière Quinte sont présentés dans le tableau 3.2. L'analyse des débits est basée sur les mesures de débits effectués par la FAO (1969) pour la période 1965-1966 en différents endroits dans la rivière Quinte (LGL. SA, mars 1999)

Tableau 3.0-2.- Débits mensuels des rivières Quinte et Bayonnais hors prélèvements des débits pour l'irrigation en amont (m³/s)

Rivière	Fréquence	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Quinte	20%	0.94	0.90	0.94	1.24	2.03	2.37	1.97	1.83	2.08	2.05	1.72	1.24
	50%	1.12	1.08	1.12	1.48	2.43	2.83	2.35	2.18	2.48	2.44	2.05	1.48
	80%	1.29	1.24	1.29	1.70	2.81	3.27	2.71	2.52	2.86	2.83	2.37	1.71

Source: LGL SA, mars 1999

3.1.5- Sols

Selon les résultats d'une étude réalisée par la FAO (1969) cités dans un rapport d'Euroconsult (1989), au niveau du périmètre d'André, les sols sont généralement limono-sableux. Ce sont des sols profonds et bien drainés. Ces sols résultent du dépôt de couches alluvionnaires emportées par les eaux de crue. Dans la forte majorité des cas, ils sont de couleurs noires, donc riches en matières organiques légèrement basiques. (Caractéristiques du sol au niveau du périmètre en ANNEXE J)

3.1.6- Description des systèmes de cultures

Au niveau du périmètre d'André, trois grands systèmes de culture peuvent être identifiés: les systèmes vivriers, les systèmes maraîchers et les systèmes agro forestiers. Les principales cultures sont : la banane, le haricot, le riz, le petit mil, le maïs, l'aubergine, le piment, l'ail. La banane et le haricot sont les cultures de rente. Les arbres fruitiers et forestiers rencontrés sont le manguier francisque, l'arbre à pain, l'arbre véritable, le cocotier et le bois de chêne.

3.1.7- Infrastructures socioéconomiques

3.1.7.1- Éducation

Au niveau de la localité d'André, il n'y a pas d'écoles nationales mais six écoles primaires privées. Après la classe de CEP, les admis vont poursuivre leurs études au Haut-Poteau dans une école se limitant à la neuvième année fondamentale (9^{ème} AF) et ceux désireux d'aller plus loin doivent se diriger vers les Gonaïves ou une autre ville.

3.1.7.2- Santé

L'aspect santé est négligé. Le seul centre de santé de la zone c'est le dispensaire de Haut-Poteau, qui n'est même pas apte à donner correctement les premiers soins. Les habitants à la recherche de soins médicaux doivent se rendre aux Gonaïves.

3.1.7.3- Identification des acteurs sociaux et économiques et leur impact sur le périmètre

Dans la zone, on rencontre plusieurs organisations paysannes réparties dans toute la région des Gonaïves. Malheureusement, ces organisations sont circonstancielles, faiblement structurées et interviennent dans plusieurs domaines sans avoir un champ particulier.

Il faut noter que le MARNDR est présent dans la zone et parmi ses interventions il ya lieu de citer le PIA-EQ. C'est un projet de quatre ans qui a débuté en janvier 2006 avec quatre (4) composantes : *l'intensification agricole et liens avec le marché, la gestion de bassins versants et protection contre les inondations, la réhabilitation de 7 petits périmètres irrigués et amélioration de la gestion de l'eau dans les bassins versants; et la mobilisation communautaire*. Le périmètre d'André fait partie des périmètres à réhabiliter par le PIA. Cette action se fera selon l'approche du MARNDR avec la mise en place d'une association d'irrigants, l'intensification des cultures, la réhabilitation du réseau et des actions sur le bassin versant.

3.1.8- Description du crédit agricole

Le terme « crédit agricole » a disparu dans le vocabulaire des agriculteurs du périmètre irrigué d'André, il y a des années. Ces derniers ont déclaré, au cours de la phase d'enquête de terrain, qu'ils ne bénéficiaient pas de crédit agricole depuis la fin des activités du Bureau de crédit agricole (BCA) dans les milieux ruraux du pays. L'enquête a révélé qu'un faible pourcentage de ceux qui en ont bénéficié a restitué leurs dettes. C'était, sans doute, la cause principale du sursis de cette activité dans la zone.

3.1.9- Identification des moyens de transformation, conservation et des marchés

Les moyens de transformation et de conservation existent peu. Seulement des moulins de maïs, de petit mil et de riz qui fonctionnent au Poteau. Ces denrées sont en général transformées dans la zone pour être transportées vers Port-au-Prince ou

Gonaïves. Pour les autres cultures, à défaut des moyens de transformation, les pertes post récoltes sont parfois considérables. Les principaux marchés d'écoulement des produits issus du périmètre sont : Poteaux, Gonaïves et Port-au-Prince. La vente se fait directement par les producteurs ou par des intermédiaires « madam sara » qui viennent souvent sur le périmètre.

Le marché de Poteaux et celui des Gonaïves sont parmi les grands marchés de la région. Les acteurs y viennent de partout notamment de Port-au-Prince, de Gros Mornes, du Cap Haïtien, etc. (vue du marché de Poteau, image 1, annexe D).

3.1.10- Les activités extra agricoles

Mise à part le gaguère, comme activité extra agricole on rencontre quelques marchands de borlette, de cartes de recharge téléphonique, etc. Certaines femmes de la zone, en plus des produits de leurs exploitations, vendent des produits cosmétiques, des habits, etc.

3.2- Matériel

Dans le cadre de cette étude un matériel varié a été utilisé :

- Un croquis du réseau d'irrigation permettant d'avoir une vue globale sur tout le système alimentant le périmètre d'André;
- Une carte de repérage de la zone d'étude à l'échelle 1/25000 pour mieux localiser la zone et déterminer sa superficie ;
- Une camera numérique pour prendre des photos ;
- Un ruban métrique pour déterminer les caractéristiques géométriques des canaux ;
- Un chronomètre pour le contrôle du temps ;
- Un flotteur (noix de coco) pour déterminer la vitesse de l'écoulement ;
- Module de la FAO pour le calcul des besoins en eau ;
- Matériel de Bureau pour la rédaction des fiches d'enquête et du mémoire;

3.3- Méthode

3.3.1- Documentation

Dans cette phase, nous avons consulté des documents traitant du sujet d'étude, et des rapports d'étude écrits sur la zone. Ces données ont l'importance de permettre d'avoir une idée concernant les aspects théoriques du sujet, des informations sur le système d'irrigation sur les caractéristiques climatiques, hydrologiques, socio-économiques et autres.

3.3.2- Visites et enquêtes

3.3.2.1- Visites exploratoires

Des visites exploratoires ont été effectuées dans la région. Celles-ci nous ont permis de rassembler des informations sur le milieu physique et de questionner certaines personnes afin de mieux concevoir l'échantillonnage et mener avec plus de précision l'enquête formelle.

3.3.2.2- Enquête informelle

En vue de bien cerner le sujet, on a eu des entretiens avec les membres des comités de l'OPKA et de l'AIKA pour connaître leur rôle dans la gestion du système d'irrigation et les différents problèmes rencontrés au sein du périmètre d'André. Mais également auprès des usagers afin de recueillir des informations préliminaires sur les caractéristiques du système de production et sur les mécanismes de décisions de ces agriculteurs. Pour ce faire, nous avons adopté la méthode de sondage aléatoire.

3.3.2.3- Enquête formelle

Dans le but de vérifier et de quantifier les informations recueillies lors de la phase informelle et de tester l'hypothèse formulée, on a procédé par une enquête formelle auprès d'un échantillon d'agriculteurs. Cette enquête a été menée à l'aide d'une grille collecte de données (annexe A) et les informations recueillies concernent :

- L'histoire du système ;
- L'état physique du réseau ;
- L'organisation et la distribution de l'eau ;
- Les structures de gestion et d'entretien du réseau ;

- Les conflits et les causes de dysfonctionnement ;
- Le découpage hydraulique ;
- Les pratiques culturelles ;

3.3.2.4- Echantillonnage

Les échantillons ont été choisis aléatoirement en tenant compte des différentes classes sociales et des positions des différentes parcelles par rapport à leur source d'alimentation en eau. Les visites exploratoires nous ont révélé une certaine homogénéité au niveau des échantillons car les données recueillies étaient quasiment identiques. En ce sens, nous avons pris 20 usagers ayant des parcelles en tête du réseau, 20 autres ayant des parcelles se situant au milieu et enfin 20 ayant des parcelles en aval du réseau. Donc la taille de notre échantillon était de 60.

3.3.2.5- Analyse et traitement des données

Les données collectées ont été dépouillées en vue de faire une synthèse des informations recueillies. L'analyse de ces informations a débouché sur la formulation de propositions de solution pour favoriser une meilleure distribution de l'eau et une meilleure mise en valeur des terres dans la zone.

3.3.3- Estimation des besoins en eau

Les calculs des besoins des cultures en eau seront effectués en utilisant le logiciel Cropwat 8.0 de la FAO.

3.3.4- Efficience d'irrigation

Pour évaluer les pertes de transport dans un canal de manière fiable, il faut effectuer des mesures précises des débits avec un moulinet ou un déversoir. L'efficience totale d'un réseau est la combinaison des éléments suivants (consortium CICDA-CENEARC-GRDR, 2000) :

- ✓ **Efficience de transport (Et) :**

$$\frac{\text{Débit disponible en tête de réseau de distribution} * 100}{\text{Débit capté à la source}}$$

Débit capté à la source

✓ **Efficienc e de distribution (Ed) :**

$$\frac{\text{Débit disponible en tête de la parcelle} * 100}{\text{Débit disponible en tête de réseau de distribution}}$$

✓ **Efficienc e d'application à la parcelle (Ea) :**

$$\frac{\text{Volume d'eau utilisé par les plantes} * 100}{\text{Volume d'eau introduit dans la parcelle}}$$

✓ **Efficienc e totale :**

$$E = Et * Ed * Ea$$

Des études réalisées en Haïti utilisent les efficiences présentées dans le tableau suivant (DIEUCONSERVE, 2004) :

Tableau 3.0-3 : Efficienc e d'irrigation d'après BRGM cité par PEUTIDIER, 2000, réci té par DIEUCONSERVE, 2004

	Périmètre d'irrigat. Arcahaie		Etude de BRGM et Al.	
	Réseau non Réhabilité	Réseau Réhabilité	Avant Réhabilitation	Après Réhabilitation
Prise	0.95	1.00	-	-
Canal Prim/Sec	0.70	0.90	0.85	0.90
Canal Tertiaire	0.70	0.70	0.75	0.85
Parcelle	0.40 à 0.80	0.60 à 0.80	0.70	0.75
Eff. Globale	0.21 à 0.42	0.38 à 0.50	0.45	0.57

Source : Dieuconserve Exumond

3.3.5- Estimation du débit

Pour l'estimation du débit, la méthode du flotteur, bien qu'elle soit peu précise, sera utilisée.

La mesure des débits avec flotteur :

Pour mesurer le débit avec un flotteur, il est nécessaire de choisir une portion du canal qui soit la plus régulière que possible sur une distance d'au moins 10 mètres. Une personne se place en amont et lance un objet qui flotte à la surface de l'eau. Une seconde personne se situe à l'aval avec un chronomètre, à une distance déterminée et rigoureusement mesurée (d). Elle mesure le temps de parcours du flotteur (t) pour la distance (d) (consortium CICDA-CENEARC-GRDR, 2000).

Enfin, puisque la vitesse de l'eau est plus élevée à la surface qu'en profondeur (en raison des frottements sur les parois du canal), il sera nécessaire de corriger le résultat en le multipliant par un coefficient dépendant de la largeur et de la nature du canal :

Largeur du canal	Canal recouvert en ciment	Canal en terre
>à 30 cm	0,75	0,6
De 30 à 60 cm	0,80	0,67
De 60 à 100 cm	0,85	0,7

Source : consortium CICDA-CENEARC-GRDR, 2000

Procédé :

On calcule la vitesse du flotteur (V en m/s) : $V = d \text{ (m)} / t \text{ (s)}$

$d =$ distance parcourue par le flotteur (m)

$t =$ temps de parcours (s)

Ensuite, on mesure la section moyenne du canal S en m^2 :

$$S = [(B + b) / 2] * h$$

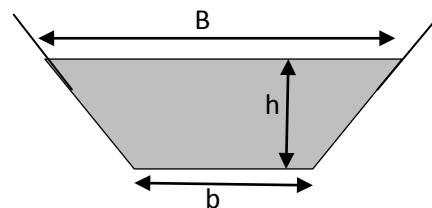
$h =$ hauteur de la lame d'eau dans le canal (m)

$b =$ largeur de la base du canal (m) ; $B =$ largeur de la lame d'eau en surface (m)

Le débit sera alors : $Q = V * S$ (en m^3/s)

Pour obtenir un débit en l/s il faudra multiplier le résultat par 1000.

Il sera nécessaire d'effectuer les mesures 3 fois de suite et de calculer un résultat moyen.



3.4- Considérations sur l'évaluation d'un périmètre irrigué

L'évaluation d'un périmètre irrigué passe par la définition de variables et indicateurs pour l'analyse de ses différents éléments et leurs interrelations :

- Infrastructure ;
- Droits et obligations des usagers, notamment sur la distribution de l'eau ;
- Fonctionnement de l'AI ;
- La capacité locale du système irrigué pour assurer les couts de gestion opérationnelle et maintenance.

3.5- Limitation et orientation du travail

Ce travail ne prétend pas tout aborder en ce qui concerne l'évaluation du réseau d'irrigation du périmètre d'André, ni apporter les solutions à tous les problèmes confrontés par ce dernier. Ainsi certaines limitations tant économiques que techniques ont empêché l'évaluation de certains aspects comme la qualité de l'eau d'irrigation. Il est aussi important de souligner que la région est très pauvre en données climatologiques, ce qui ne permet pas d'apporter le maximum de précision dans le calcul des besoins en eau. De plus les résultats obtenus sont spécifiques au périmètre d'André.

IV- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4.1- Présentation du périmètre irrigué

4.1.1- Description du périmètre

Le périmètre d'André fait partie du sous bassin versant d'Ennery-Quinte. Couvrant une superficie de 260 ha, le découpage hydraulique du périmètre a été réalisé avec l'appui des institutions d'accompagnement PRODEVA et PATRAI. Aujourd'hui le périmètre est divisé en 7 blocs ou unités d'irrigation. Le réseau d'irrigation est simple et composé d'une prise classique de dérivation sur berge, un canal principal, des canaux secondaires et une multitude de canaux tertiaires qui desservent les différents blocs. Les canaux sont en terre battue avec quelques parties en maçonnerie. Le canal primaire traverse tout le périmètre et le partage en deux parties dont la plus grande partie se trouve sur la berge droite du canal. Les infrastructures du réseau d'irrigation sont menacées par six ravines qui sont ravines Major II, Boutnat, Vernis, Brugal, Zombi et Zè Pèlen. En plus de la prise d'André, le système est renforcé par une prise sur la source Madame Charles. La distribution de l'eau dans le périmètre se fait par bloc. L'architecture d'ensemble du périmètre est donnée en annexe C.

4.1.2- Historique des interventions sur le réseau

Le premier essai d'irrigation du périmètre d'André a été fait par les paysans eux-mêmes. En 1939, la compagnie JG Write y faisait son intervention en construisant un barrage en béton et en installant une vanne d'alimentation en amont. Cette vanne a été couplée d'un dessableur visant à minimiser le taux de sédimentation du réseau. Depuis les années 1945, ce système vanne – dessableur a été endommagé et n'a jamais été remplacé.

En 2004, la tempête tropicale Jeanne a provoqué la sédimentation d'une bonne partie du réseau. Immédiatement après, l'Institut Interaméricain pour la Coopération Agricole (IICA) a financé le curage du système et la distribution de semences en don en vue de recapitaliser les familles paysannes victimes de la tempête. Cette intervention a

duré près de 2 ans. En 2006, le programme d'intensification agricole d'Ennery Quinte (PIA/EQ), cofinancé par la banque interaméricaine de développement (BID) et le gouvernement haïtien (GOH), a compté ce périmètre parmi les périmètres à réhabiliter, selon la méthodologie du MARNDR.

La prise existante qui alimente actuellement le périmètre d'André est une prise classique nouvellement construite par l'OIM en 2010. La dernière intervention sur le périmètre d'André est celle du traitement de la ravine Major II, débutée en novembre 2011. Ce projet réalisé en partenariat avec l'OPKA est financé par le programme des projets à effets rapides (QIPS) de la MINUSTAH.

Le tableau suivant résume les différentes interventions sur le périmètre.

Table 4.0-1 Historique des interventions sur le périmètre

Période	Institution	Type d'intervention
1939	Compagnie JG Write	Construction du réseau en terre battue
2004 (post Jeanne)	IICA	Distribution de semences, curage de canaux
2006- 2010	PIA/EQ	Prévision pour l'intensification agricole, la construction en maçonnerie du réseau, la réhabilitation organisationnelle
2010	OIM	Reconstruction de prise d'André
novembre 2011 à nos jours	MINUSTAH/OPKA	Traitement ravine Major II

4.1.3- Structure de gestion

Le système est géré par l' « Asosyasyon Irigan Kanal Andre » (AIKA). En effet, l'AIKA est née en 2009 suite à l'intervention du PATRAI. La structure de gestion de l'AIKA comprend trois niveaux d'organisation : une Assemblée Générale (AG), un Comité Exécutif (CE) et sept (7) Comités de Bloc (CB). Cette structure est représentée selon l'organigramme de la page suivante (figure 4.0.1).

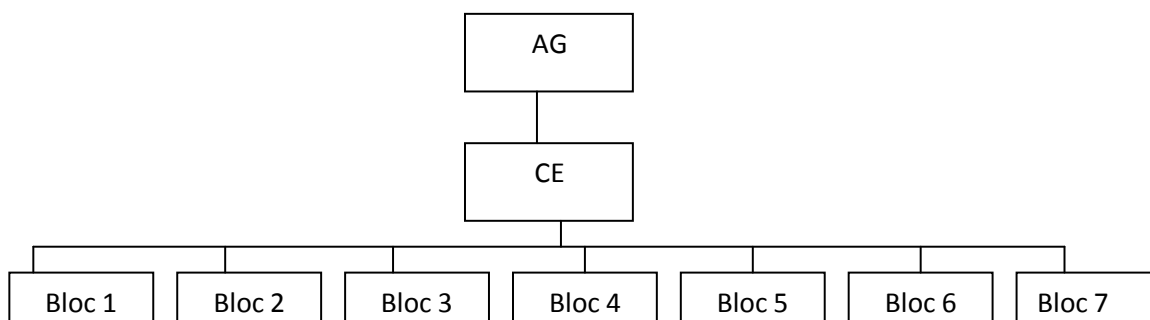


Figure 4-0-1 Organigramme de l'AIKA

L'AG réunit tous les usagers du périmètre. Elle est l'organe décisionnel. Elle s'inscrit dans les statuts et les Règlements Internes (RI) de l'AIKA. Elle vote les grandes décisions. Selon les RI de l'AIKA, l'AG doit se réunir au moins une fois par an. Cependant, il n'y a pas encore eu d'AG formelle. Pour être membre de l'association, il faut au moins cultiver un lopin de terre et payer ses droits de membre de 50 HTG. Cependant, les usagers refusent de payer ce droit et se contentent d'être résidents de la zone pour revendiquer le droit de membre.

Le comité exécutif (CE) est composé de sept (7) membres élus directement par les usagers lors des élections générales. Le mandat du CE est de deux (2) ans renouvelables. Les différents postes sont : président, vice président, secrétaire, secrétaire adjoint, trésorier, délégué et conseiller. Le CE a pour fonction d'exécuter les grandes décisions prises en AG et d'assurer la gestion quotidienne du périmètre. Il doit également représenter les usagers par devant les autorités étatiques et les organismes externes.

Sur chaque bloc est élu un comité de trois (3) membres, soit sept (7) comités de bloc (CB). Les postes au sein du comité sont un président, un secrétaire et un trésorier. Ces membres sont élus pour deux (2) ans renouvelables par les usagers des blocs qu'ils représentent et ont pour rôle de gérer le bloc.

Dans le temps, le périmètre était géré par l'État. Après les événements sociopolitiques de 1986, le directeur a été démis de ces fonctions. En 1989, les usagers ont fondé une organisation dénommée « òganizasyon Plantè Kanal André (OPKA) » avec un comité de 6 membres. Ce comité avait un mandat de 2 ans renouvelables. En réalité, ces membres n'ont jamais été renouvelés, car depuis, il n'y a jamais eu

d'élection. En 2008, le Programme d'Assistance Technique pour Renforcer les Associations d'Irrigants en Haïti (PAT-RAI) a fait un diagnostic organisationnel du système et a fait des recommandations pour la mise en place d'une association d'irrigants ayant pour mandat de gérer le périmètre de façon démocratique. En 2009, le PATRAI a travaillé à la mise en place de l' « Asosyasyon Irgan Kanal Andre » (AIKA) ayant pour mission de gérer le périmètre. Depuis c'est l'AIKA gère le système. Les événements importants qui ont marqué la gestion du système sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 4.0-2 Les événements importants dans la gestion du système d'André

Période	Évènement	Décision	Remarques
Avant 1986	Régime des Duvalier	Gestion étatique, syndic	Autoritarisme, faible participation
Après 1986	Chute des Duvalier	Perte d'autorité	
1989	Création de l'OPKA	Gestion paysanne de fait	Nomination de chefs de canal, pas de renouvellement
2009	Création de l'AIKA après cyclone	Intervention PATRAI/GEDER	Gestion par AIKA

4.2- Evaluation de la fonctionnalité technique de l'infrastructure sur le périmètre d'André

4.2.1- Diagnostic physique du Réseau

4.2.1.1- Ouvrage de prise d'eau d'André

Le positionnement de la prise change très souvent à cause de sa destruction fréquente par les crues récurrentes de la rivière la Quinte. La prise existante comporte un mur de direction placé dans le lit du cours d'eau, une prise d'eau avec une grille et une vanne d'admission qui est raccordée à un canal tête morte. L'ouvrage est aussi équipé d'une vanne de chasse métallique de 0.6 m de largeur qui évacue les eaux excédentaires directement dans le lit de rivière. Le seuil en maçonnerie de forme trapézoïdale a une hauteur de 0.9 m, une largeur à la base de 1m et au dessus de 0.6 m. les berges sont protégées par des structures en gabion sur 40 m en amont et 10 m en aval de la prise. L'analyse de la fonctionnalité de l'ouvrage montre que le seuil existant est mal positionné et surdimensionné, et ne joue aucun rôle important dans la dérivation d'eau vers le périmètre. Au contraire, la hauteur du seuil pourrait entraîner des sollicitations importantes sur l'ouvrage qui seraient éventuellement la cause de sa destruction précoce et/ou cause de l'accumulation rapide des sédiments à l'entrée de celui-ci. Actuellement le canal d'amenée pour la prise est constitué par une simple canalisation construite par les usagers eux-mêmes de façon artisanale avec des sacs remplis de sable entassés les uns sur les autres dans le lit mineur de la rivière jusqu'au départ du canal de tête morte. (Images annexe G)

4.2.1.2- Ouvrage de prise Source Madame Charles

La prise M. Charles comporte un ouvrage de prise en maçonnerie collectant les eaux de la source et les conduisant dans un canal tête morte qui débouche sur le canal principal André au niveau du bloc I. Cet ouvrage de prise est en bon état de fonctionnement sauf qu'il présente en certains endroits des brèches au niveau de la maçonnerie et qu'il mérite d'être curé. Le reportage photographique qui suit illustre bien la situation (figure 4.0.2).



Figure 4.0-2 Prise Source Madame Charles

4.2.1.3- Canal principal André

Le canal principal d'André mesure environ 5 km de long. Il commence par une tête morte qui débute depuis la prise jusqu'au point de raccordement avec le canal Madame Charles. Cette partie du canal, i.e. depuis la tête morte jusqu'au raccordement avec le canal Madame Charles, est en maçonnerie tandis que tout le reste est en terre. La section en terre est trapézoïdale et de dimensions variables et celle en maçonnerie est de forme rectangulaire de dimensions 0.90m×0.80 m. Le canal principal d'André est en mauvais état, avec en certains endroits la présence de végétation herbacée et de sédiment issus de l'érosion des berges et en provenance des ravines avoisinantes. Les prises d'eau anarchiques sur ce canal au niveau des différents blocs et sa nature en terre occasionnent de grandes pertes d'eau sur le parcours et compliquent davantage la distribution de l'eau sur le périmètre.

Au cours des travaux de terrain réalisés, trois mesures de débit ont été effectuées en tête du canal principal d'André suivant la méthode du flotteur. Une moyenne de 0,458 m³/s a été obtenue. Les résultats des trois mesures sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 4 0-3.- Résultats des mesures du débit en tête du canal principal d'André

Mesure N ^o	Débit (m ³ /s)
1	0.424
2	0,422
3	0.423
Moyenne	0.423

4.2.1.4- Ouvrages distribution

Il n'y a pas d'ouvrage de distribution à proprement parler. Tous les canaux secondaires sont alimentés à partir de prises artisanales construites par des empilements de pierres et de pailles dans le canal primaire. De telles structures favorisent de pertes énormes d'eau sur le réseau et ainsi la structure de gestion éprouve énormément de difficultés à faire respecter les règles de gestion établies sur le périmètre.

4.2.1.5- Canaux secondaires et tertiaires

Les canaux secondaires et certains canaux tertiaires sont branchés sur le primaire, sans aucun ouvrage de régulation au point de différentes prises d'eau sur le canal principal. Le profil et les dimensions de ces canaux sont mal définis sans calcul hydraulique de base tenant compte des exigences de satisfaction des besoins en eau des cultures. Le nombre actuel de tertiaires et secondaires branchés sur le canal primaire par bloc sur le périmètre varie de 3 à 5 canaux. La longueur de ces canaux est fonction de la taille des blocs et aussi de la position des parcelles. Tous ces canaux sont en terre et ont un profil irrégulier, ce sont tous de petits canaux de section irrégulière assimilable à la forme rectangulaire dont la largeur ne dépasse pas 50 cm.

Le tableau 4.4 présente les caractéristiques géométriques et les débits mesurés au niveau de certains canaux. Ces débits sont mesurés en utilisant la méthode du flotteur et sont obtenus en faisant la moyenne des résultats obtenus au cours de trois essais.

Tableau 4-0-4 Caractéristiques géométriques et débits mesurés de certains canaux

BLOC	Canal	DIMENSIONS, m			DEBIT l/s
		HAUTEUR	LARGEUR	LONGUEUR	
Forme rectangulaire					
I	Roche II	0.12	0.24	579.04	30
II	Belony	0.15	0.28	200.63	23
III	Derisias	0.18	0.36	439	80
IV	Ofane	0.15	0.30	414	65
V	Donet	0.13	0.26	157.09	48
VI	Bois Siye	0.16	0.32	170	20
VII	Fillette	0.12	0.31	293.86	27.95
TOTAL	-	0.89	2.07	2253.62	293.95

4.2.1.6- Ouvrages de traversée de piste

Au niveau du canal primaire, toutes les pistes importantes sont munies de traversées qui sont en bon état. Cependant pour améliorer l'accessibilité du périmètre, la construction d'autres traversées de pistes sur le réseau secondaire et l'aménagement des accès des cours d'habitation sont nécessaires. Les différentes traversées à aménager sont enregistrées sur le tableau ci-après.

Tableau 4-0-5 Traversées de pistes à construire

Canal	Quantité	Description	Piste
Derisiaste	2	Ponceau ou passage à gué	André, Antenne
Soukri	8	Ponceau ou passage à gué	André (2), Sentier (6)
Grand Canal	1	Ponceau ou passage à gué	André/Duquesney
Eliphète (1)	1	Ponceau	Poteau/Duquesney
Eliphète (2)	1	Ponceau ou passage à Gué	Bresson
Total	13		

4.2.1.7- Réseau de drainage

Le périmètre irrigué d'André longe la rive gauche de la rivière Quinte. Les eaux excédentaires qui y arrivent sont drainées au niveau de la rivière par les canaux Bresson et Desbarrières, dans la partie avale du périmètre. Il n'y a pas un réseau de drains secondaires et tertiaires, les eaux excédentaires se déversent de parcelle en parcelle. Il faut souligner que lors de notre visite nous n'avons pas relevé de stagnation d'eau sur le périmètre donc pas de problème majeur de drainage.

4.2.1.8- Voies d'accès

Les principales voies d'accès au périmètre sont carrossables et en terre battue, mais les voies de circulation à l'intérieur du périmètre sont en mauvais état et dans certains cas ne sont accessibles qu'à moto.

4.2.2- Besoin en eau des cultures

4.2.2.1- Evapotranspiration potentielle

La courbe de la figure 4.1 présente l'évolution classique de l'évapotranspiration potentielle ETo donnée en mm/j dans le tableau 3.1. On note des faibles valeurs d'ETo au cours des mois de janvier, novembre et décembre. Les valeurs les plus élevées sont observées au courant des mois d'avril, de juillet et d'août.

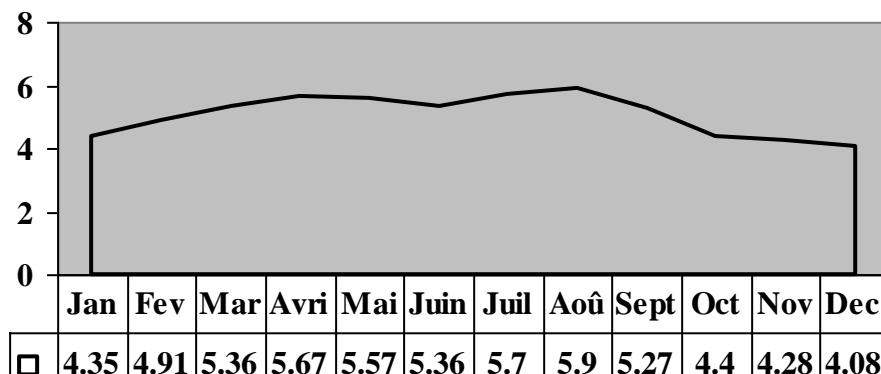


Figure 4.3 Evapotranspiration potentielle en mm/j

4.2.2.2- Pluie efficace

Les pluies efficaces ont été calculées à l'aide du logiciel Cropwat de la FAO. Le tableau qui suit présente les résultats.

Tableau 4.0-6- Pluviométrie et pluie efficace en mm/mois

	Pluie en mm	Pluie efficace en mm
Janvier	14.4	14.1
Février	19.9	19.3
Mars	21.5	20.8
Avril	28.9	27.6
Mai	70.0	62.2
Juin	85.0	73.4
Juillet	62.0	55.8
Août	75.0	66.0
Septembre	66.0	59.0
Octobre	49.6	45.7
Novembre	15.2	14.8
Décembre	11.3	11.1
Total	518.8	469.7

Source : Cropwat

4.2.2.3- Calendrier cultural

A l'échelle du périmètre, les activités agricoles s'étalent sur toute l'année mais s'intensifient entre le mois de mars et d'août.

Tableau 4.0-7 Calendrier cultural

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Haricot												
Petit-mil												
Maïs												
Riz												
Aubergine												
Maraîchères	→	→	→								→	→
Banane	→											

Légende :

■ Période semis

■ Période récolte

→ Période récolte traversant sur l'année prochaine

→ Récolte s'étendant sur toute l'année

La banane constitue la culture de rente des agriculteurs au niveau du périmètre d'André. Ensuite vient le haricot qui est cultivée entre novembre et février. Durant cette campagne, près de 90% des terres sont emblavées en haricot. Le haricot est cultivé en culture pure ou en association avec les céréales et le bananier.

Dans les associations à base de sorgho et de maïs, il existe plusieurs variantes: l'association maïs-sorgho-pois congo, l'association maïs-sorgho-patate, l'association maïs-sorgho-pois congo-manioc et l'association maïs-sorgho-pois de souche. En général, les semis s'effectuent en mars/avril. A ce moment, le maïs, le sorgho et le pois congo sont semés. La récolte de ces cultures se fait de façon progressive jusqu'en décembre/janvier avec une première récolte de maïs et de sorgho précoce à partir de juillet.

Le piment et l'ail procurent des marges importantes, mais ne peuvent pas être considérés comme culture de rente parce qu'elles ne sont pratiquées que par quelques agriculteurs. Sur le périmètre d'André, on trouve d'autres cultures telles le calalou, le laleau, l'épinard, la tomate, l'aubergine, le riz, etc.

4.2.2.4- Besoins en eau du périmètre

Le Tableau 4.5 de la page suivante présente les besoins en eau d'irrigation pour les principales cultures conduites dans le périmètre irrigué. On constate que la période de novembre à avril est la moins pluvieuse et correspond à la période où la demande climatique (ETo) est la plus élevée. Par conséquent, cette période est la plus exigeante en besoin en eau d'irrigation. Toutefois on remarque au mois de juillet, un mois pluvieux, un besoin net en irrigation élevé, la plus forte demande même de l'année. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'il y a, selon le calendrier cultural, deux des cultures, à savoir la banane et le riz qui connaissent leur période de pointe durant ce mois.

Tableau 4.0-8 Besoins en eau du périmètre

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Besoins en eau du périmètre												
1. Banane (2ème année) 40%	81.0	76.6	95.2	90.5	64.2	79.0	143.1	141.1	122.1	114.1	132.5	133.1
2. Haricot-Vert 30%	121.5	48.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	71.5
3. Maïs 17%	0.0	0.0	16.8	55.1	125.5	120.9	52.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. Riz 13%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	104.8	449.3	137.8	125.7	113.1	42.1	0.0
Total	202.5	125.1	112	145.6	189.7	304.7	645	278.9	247.8	227.2	196.2	204.6

Source : Cropwat

4.2.2.5- Besoins nets d'irrigation

On définit le besoin net d'irrigation, noté BN, comme étant le volume d'eau qui devra être apporté par irrigation en complément à la pluviométrie et éventuellement d'autres ressources telles que des remontées capillaires ou une réserve en eau initiale dans le sol.

Étant donné qu'on ne dispose d'aucune information sur la remontée capillaire dans la région, pour le calcul des besoins nets on fera l'hypothèse que celle-ci est nulle de même pour le déficit en eau du sol au temps initial.

Tableau 4- 0-9 Besoins nets d'irrigation du périmètre

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Besoins Nets d'Irrigation du périmètre												
en mm/jour	2.2	1.6	1.3	1.5	1.5	2.2	4.0	2.4	2.2	1.9	2.2	2.4
en mm/mois	68.8	45.2	40.9	45.6	47.0	65.8	124.6	74.3	65.2	60.4	65.0	74.7
en l/s/ha	0.26	0.19	0.15	0.18	0.18	0.25	0.47	0.28	0.25	0.23	0.25	0.28

Source : Cropwat

4.2.2.6- Besoins bruts d'irrigation du périmètre

L'efficacité réelle de l'irrigation à la parcelle est difficilement mesurable sur le terrain, en raison de la difficulté à évaluer la quantité d'eau consommée par les plantes et du grand nombre de parcelles. Chaque pays a ses propres estimations de l'efficacité moyenne des différents systèmes d'irrigation, basées sur des sites expérimentaux pilotes. Ainsi, en se basant sur une efficacité moyenne théorique estimée entre 40% et 60%, et les données du tableau 3.3 on prend une efficacité globale de 43% ($E_g=0.43$) pour le calcul des besoins bruts d'irrigation au niveau du périmètre d'André. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.10.

Tableau 4-0-10 Besoins bruts d'irrigation du périmètre et Débits Fictifs Continus

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
	Besoins bruts d'Irrigation du périmètre											
En mm/mois	160	105	95	106	109	153	289	172	151	140	151	173
	Débits Fictifs Continus											
En l/s/ha	0.75	0.47	0.37	0.41	0.51	0.57	1.20	0.80	0.56	0.43	0.56	1.1

Source : Calcul

L'étude des besoins en eau des principales cultures dans le a permis de mettre en évidence leur grande variabilité. Cette variabilité s'explique essentiellement par la grande variabilité de la pluviométrie de la zone, la période de juin à octobre est souvent une période où les besoins en eau des cultures sont les plus importants et où l'irrigation est indispensable pour les satisfaire. Ainsi, on a un besoin de pointe estimé à 289 mm pour un débit fictif continu ou débit caractéristique égale à 1.2 l/s/ha. Ce besoin de pointe est observé pour le mois de juillet.

Le débit fictif continu correspondant à ce besoin de pointe s'élève à 432 l/s à l'échelle du périmètre qui fait environ 360 ha de superficie. Ce résultat montre que les ressources en eau disponibles, mesurées en tête du réseau (tableau 4.3), ne suffisent pas pour alimenter le réseau dans son ensemble.

4.3- Evaluation du fonctionnement de l'AIKA

4.3.1- De la légalité de l'AIKA

Sur le plan légal, AIKA dispose des principaux documents légaux requis par la loi à savoir : ses statuts, ses règlements internes, son acte constitutif et une autorisation de fonctionnement délivrée par la mairie des Gonaïves (copie en ANNEXE F). Toutefois, elle ne dispose pas de permis de fonctionnement du Ministère des Affaires Sociales (MAS) ni d'accord de transfert de gestion avec le ministère de l'agriculture. En ce sens, on peut dire que l'AIKA assure une autogestion de fait du périmètre. Le MARNDR a une reconnaissance informelle de l'AIKA. Ses représentants locaux, notamment les techniciens de la DDA et du BAC de la zone, ont participé activement dans la mise en place de l'AIKA principalement dans la réalisation des élections du comité exécutif. Toutefois, il n'y a pas eu de document officiel signé entre le MARNDR et l'AIKA.

4.3.2- De la légitimité de l'AIKA

Les dirigeants de l'AIKA ont accédé à leur poste par voie électorale avec une forte participation des usagers au cours d'élections organisées entre décembre 2008 et février 2009. Les comités étaient élus pour une durée de 2 ans renouvelables. Étant donné que la durée du mandat est arrivée à terme et qu'il n'y a pas encore eu d'élections, en ce sens, on peut dire qu'aujourd'hui ces comités ne sont plus légitimes.

4.3.3- De la fonctionnalité des structures

Selon les statuts, les AG sont organisées annuellement. Cependant, comme on l'a signalé plus haut il n'y a pas vraiment d'AG formelle au sens propre du terme. Toutefois, les dirigeants ont une capacité à mobiliser les usagers lors de grandes rencontres concernant la gestion du périmètre. Les statuts prévoient que les comités de blocs et le comité directeur se réunissent une fois par mois dont le dernier vendredi pour les CB et le dernier samedi pour le CE. Selon les usagers, ces réunions ont lieu effectivement. Toutefois, il n'y a pas de procès verbal des rencontres et il y a une faible participation au niveau des comités de bloc.

Sur le plan fonctionnel, l'AIKA se révèle faible. Il est vrai qu'elle réalise certaines activités mais ces dernières se rapprochent beaucoup plus de l'informel. Par exemple, elle n'arrive pas à collecter de manière formelle les cotisations des usagers leur donnant droit au membre de l'association, elle ne parvient pas à collecter les redevances d'irrigation, il n'y a jamais eu d'AG jusqu'à présent, les procès verbaux des rencontres ne sont pas disponibles, etc.

4.3.4- Liste des usagers

L'AIKA dispose d'une liste d'usagers a proprement parlé, lors des interventions du PATRAI une liste avait été élaborée pour définir les électeurs. Par le fait que cette liste avait une valeur électoraliste, les candidats y avaient ajoutés plusieurs résidents de la zone qui ne sont pas usagers du périmètre. De ce fait, elle mérite d'être actualisée. Toutefois, elle fournit une idée sur la répartition des usagers sur le périmètre. Il y a 1075 usagers sur le périmètre d'André dont 743 (69%) d'hommes et 332 (31%) de femmes. Selon cette liste, il y a beaucoup plus d'usagers au niveau du bloc 3. Au niveau de la question genre, on voit que les femmes représentent 30% des usagers et sont présentes à

33% au niveau des comités. Cependant, les femmes n'occupent pas de poste de présidence. La liste des usagers est présentée ANNEXE E.

4.3.5- De la Gestion financière

Au niveau de la gestion financière, l'AIKA puise ses sources de financement à partir de la cotisation des membres. En effet, les usagers notamment les membres des comités contribuent volontairement pour la bonne marche de l'organisation. Toutefois, il n'y a aucun mécanisme de contrôle de l'argent collecté. On ne sait même pas le montant collecté ni comment il est utilisé. La gestion financière de l'AIKA se révèle très faible. En effet, l'AIKA n'élabore ni budget de fonctionnement, ni rapport financier, ni bordereau, ni facture. En un mot, il y a absence totale des outils de gestion au sein de l'AIKA.

4.3.6- De la Gestion administrative

Au niveau administratif, l'AIKA loue une pièce de maison d'une superficie d'environ 16 m² dont la toiture est en tôle et le plancher en béton établir son bureau. En dehors du bureau, les autres éléments de gestion administrative sont absents. En effet, l'association n'a ni personnel, ni dossier administratif, ni archive, ni classeur. Les documents sont gérés par le secrétaire général de l'organisation et il n'y a pas rapport de gestion.

4.3.7- De la capacité d'entretien du réseau

Les travaux d'entretien se résument en un curage annuel réalisé entre octobre et novembre tout juste avant la campagne du haricot. Le curage s'étend sur le canal primaire et les canaux secondaires. Les canaux tertiaires sont curés par les usagers eux-mêmes. Le financement de ces activités est assuré par les usagers sous forme de cotisation volontaire. Il y a peu d'implication de l'AIKA dans la planification et la mise en œuvre de ces travaux.

4.3.8- De la capacité de négociation et d'alliance

4.3.8.1 Gestion des conflits sur le système

On enregistre parfois des conflits sur le périmètre, des conflits entre usagers et des conflits entre usagers et dirigeants de l'organisation. Les cas de conflits sont résolus à l'amiable avec l'intervention du comité exécutif.

4.3.8.1 Partenariat

Il n'existe aucun accord/et ou convention formel signé avec l'Etat ou d'autres institutions. Toutefois, l'AIKA considère le MARNDR comme son partenaire à travers la DDAA, le BAC des Gonaïves et le projet PIA. Ces structures sont présentes sur le périmètre, financent quelques activités mais il n'y a pas eu de document signé avec l'AIKA. En effet, les représentants du MARNDR participent à certaines activités, le PIA prévoit dans son intervention la réhabilitation physique du réseau et la réhabilitation sociale de l'AIKA.

D'autres organismes interviennent sur le périmètre mais l'AIKA ne les considère pas comme de véritables partenaires. Par exemple :

- l'OIM a exécuté un projet de renforcement de la prise. Selon les usagers, l'OIM débarquait avec les journaliers alors que l'AIKA ne savait même pas ce qui se faisait.
- La CHF a fait des interventions d'urgence pour le curage du périmètre. Ce sont des interventions ponctuelles qui ne visent pas le renforcement de l'AIKA.

4.4- Evaluation des règles et pratique de distribution de l'eau sur le périmètre d'André

La répartition des canaux à l'intérieur des périmètres et la gestion de l'eau sont basées sur le principe de distribution continue, puisque les canaux ne sont pas munis d'ouvrage de distribution d'eau.

4.4.1- De la distribution de l'eau

Sous la gestion étatique, il y avait un horaire de distribution établi par les chefs de canal. Après les événements de 1986, cet horaire a été saboté. Avec l'OPKA, il y avait quelques efforts, mais il était difficile d'instaurer un horaire d'irrigation sur le périmètre. Depuis la création de l'AIKA, les dirigeants ont fait beaucoup d'efforts en matière d'horaire d'irrigation. Par exemple, l'AIKA a instauré une rotation de tours d'eau à raison de trois (3) jours pour les trois (3) blocs en amont et quatre (4) jours pour les quatre (4) blocs en aval. Cependant cet horaire n'est pas respecté pour les blocs en amont. Selon les résidents, les usagers en amont utilisent l'eau en dehors des jours qui

leur sont destinés. En saison de sécheresse, lors de la campagne du haricot, l'irrigation des blocs en aval se fait très difficilement pour quatre raisons principales :

- les canaux sont en terre, il y a une forte perte au niveau du réseau
- le débit diminue considérablement à l'entrée du périmètre
- il y a absence d'ouvrage de distribution d'eau et de sécurisation de l'eau

Il est important de souligner que la distribution de l'eau n'obéit pas toujours à des critères d'efficacité technique ou d'égalité de droits (lames d'eau, nombre de bénéficiaires, etc.).

4.4.2- Redevance des usagers

Avant 1986, les usagers payaient des taxes d'irrigation de 20 gourdes par carreau par an. Depuis cette date, ces taxes ne sont plus payées. Sous la gestion de l'OPKA, les usagers organisaient un curage annuel qui se faisait entre octobre et décembre, avant la campagne du haricot. Ceux qui ne pouvaient pas payer leur présence, engageaient un journalier pour les remplacer. Ces travaux se faisaient sous la direction du comité de gestion à qui était confiée la vérification de la participation de tout un chacun ayant une parcelle sur le système. Les statuts de l'AIKA prévoient le paiement d'une redevance. Toutefois, cette redevance n'a jamais été fixée. Ainsi, le taux de collecte des redevances est nul. Il n'y a donc ni bordereau, ni facture.

4.5- Avis et propositions de solution

4.5.1 Avis des exploitants

Selon les exploitants du périmètre, les rendements actuels des cultures ne comblent pas leurs attentes. Ceci est lié aux différentes contraintes d'ordre agronomique et surtout au déficit d'eau d'irrigation en saison sèche. Les canaux en terre cautionnent de grandes pertes d'eau énormes dans le réseau de transport. La structure actuelle du réseau au niveau des blocs constitue un handicap à une bonne distribution de l'eau sur tout le périmètre donc la réhabilitation du réseau est le seul soulagement à leur problème.

4.5.2 Proposition du Plan Consult

4.5.2.1 Au niveau du réseau

Au niveau du réseau, l'architecture globale du réseau sera conservée en découpage du périmètre en blocs. Compte tenu de la grande taille du bloc III actuel et que les terres sont situées sur le deux coté du canal primaire, ce bloc sera divisé en deux parties. Pour les mêmes raisons le bloc VI sera aussi scindé en deux parties. Le nouveau réaménagement envisage la construction de neuf canaux secondaires pour l'arrosage de neuf blocs. Ces secondaires seront parallèles au canal primaire existant. Les tertiaires seront branchés sur les secondaires au niveau des blocs. Les points de prise sur le primaire seront équipés de vannes de régulation. Le canal primaire et les secondaires doivent être reprofilés et construits en maçonnerie pour augmenter l'efficacité du réseau.

4.5.2.2 Au niveau de la gestion

Au niveau de la gestion du réseau les recommandations ont été ainsi formulées:

- ✓ L'ajustement de la structure organisationnelle au nouveau découpage hydraulique du réseau
- ✓ La formation sur la gestion du périmètre irrigué;
- ✓ Un accompagnement à la reconnaissance légal ;
- ✓ L'amélioration de la distribution de l'eau d'irrigation;
- ✓ L'instauration de la collecte des redevances d'irrigation ;
- ✓ L'amélioration de la gestion financière et administrative;

V- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

5.1 Conclusion

Le diagnostic du fonctionnement actuel du périmètre d'André a montré que l'état très médiocre du réseau d'irrigation constitue un handicap majeur à l'irrigation des terres. Cet état est caractérisé par l'absence de canal d'amenée au niveau de la prise d'André, la détérioration des canaux, l'accumulation de sédiments au niveau de certains ouvrages du réseau sans négliger la menace des ravines avoisinantes débouchant sur le périmètre. Aujourd'hui, la configuration du lit de la rivière La Quinte après les crues récurrentes et la constitution de ses berges en matériaux friables, facilement érodables rendent difficile la recherche d'un site bien approprié pour la mise sur place d'un ouvrage de prise solide et durable (Union Européenne, 2008). De plus, l'absence de canal d'amenée diminue l'appel d'eau au niveau de la prise. Les canaux sont directement branchés sur le canal principal sans aucun ouvrage de contrôle et régulation ceci rend difficile la gestion de répartition de l'eau sur les périmètres. À l'exception de quelques tronçons en maçonnerie, la totalité des canaux sont en terre ce qui augmente les pertes en eau au niveau du transport et diminue considérablement l'efficacité du réseau d'irrigation.

Sur le plan institutionnel de la gestion des périmètres, l'évaluation du fonctionnement de la structure de gestion a révélé que, bien qu'il existe des embryons de structures de gestion sur le périmètre, leur efficacité est mise à l'épreuve, ainsi que leurs légitimités vues que ces structures ne disposent d'aucune reconnaissance légale (contrat écrit) du MARNDR. En un mot, ces structures ne disposent ni de moyens financiers et légaux pour une prise en charge actuelle des périmètres.

Bien que, les ressources en eau soient limitées surtout en saison sèche, une meilleure programmation de l'irrigation sur le périmètre pourrait amener le taux de satisfaction des besoins en eau à 80%. De plus l'analyse des besoins en eau sur le périmètre a révélé que la période de juin à octobre est souvent une période où les besoins en eau des cultures sont les plus importants et où l'irrigation est indispensable pour les satisfaire. De tout ce qui précède, il est clair que la réhabilitation du réseau et le renforcement des structures de gestion sont indispensables à cette meilleure

programmation de l'irrigation. Cela confirme notre hypothèse de départ à savoir : « Certains travaux de réhabilitation, suivi d'un entretien régulier du système d'irrigation permettront d'améliorer ses performances techniques et le renforcement de la structure de gestion doit favoriser le bon fonctionnement institutionnel du périmètre »

Toutefois, il importe de souligner que, compte tenues des limitations de l'étude et de bien d'autres facteurs, ces conclusions ne sont pas absolues et se basent sur des résultats ne tenant pas compte de la qualité de l'eau d'irrigation, des besoin de lessivage et des caractéristiques économiques du système. Par conséquent, l'évaluation des doses d'irrigation, de la performance économique du système d'André peuvent constituer des sujets de recherches complémentaires à notre travail.

5.3 Recommandations

Pour rendre performant le réseau d'André, les résultats nous permettent de formuler les propositions suivantes :

✓ ***Améliorer les capacités techniques du réseau de distribution***

- 1) Construction d'un canal d'amenée au niveau de la prise
- 2) Réhabilitation et curage des canaux
- 3) Mise en place des ouvrages de distribution, après notamment une redéfinition avec les usagers et le comité de gestion, de nouvelles règles de distribution de l'eau.
- 4) Protection de l'ouvrage de prise et sa réadaptation aux conditions actuelles de l'écoulement dans le lit de la rivière.

✓ ***Renforcer les capacités institutionnelles de gestion et de prise en charge de L'AIKA***

- 1) La reconnaissance légale de l'AIKA par le MARNDR
- 2) Consolidation de l'AIKA
- 3) Formations et appui technique des usagers

VI- BIBLIOGRAPHIE

- 1) Consortium CICDA-CNEARC-GRDR, (MARNDR), Avril 2000, 94p. Méthode de diagnostic d'un périmètre irrigué pour le renforcement de la prise en charge de sa gestion par une association d'irrigants.
- 2) DIEUCONSERVE E., 2004. Evaluation technique des performances du système d'irrigation alimentant Dignes Brèches, Laraque et Fabias (Vallée de l'Artibonite). Mémoire de fin d'étude.
- 3) Euroconsult. Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). Février 1989. Rapport final : Projet de mise en valeur agricole de la Basse Plaine des Gonaïves, Haïti.
- 4) FAO. 2005. Projet de développement des eaux et des sols dans le bassin versant de la Quinte. Rapport principal.
- 5) FELIX Rody, 2007. COURS D'IRRIGATION ET DRAINAGE I.
- 6) Heusch. B. Décembre 1986. Rapport de consultation sur le traitement des ravines en amont du périmètre irrigué des Gonaïves. Service consultatif en génie rural et cellule d'évaluation économique. Programme des Nations Unies pour le Développement / Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Gonaïves, Haïti.
- 7) LGL S.A. Juillet 1999. Études de réhabilitation du système d'irrigation et d'organisation des usagers, Projet de mise en valeur agricole de la plaine des Gonaïves – Rapport final.
- 8) LGL S.A. Novembre 2006. Études des bassins versants de la plaine des Gonaïves –Rapport d'Étude.
- 9) MANÉUS, W., 1999. Organisation des usagers pour une meilleure gestion de l'eau d'irrigation dans l'aire des 54000 hectares du projet ODVA/BIB, phase II, Vallée de l'Artibonite. Mémoire de fin d'étude.
- 10) MARNDR, mars 2010. Plan d'investissement pour la croissance du secteur agricole, Développement des infrastructures rurales, Annexe 2, Composante Irrigation.

- 11) NORVILUS, M. Diagnostic complémentaire sur le financement des activités rurales dans la Vallée de l'Artibonite, 2007.
- 12) Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'agriculture. 1994. Guide pratique d'aménagement des bassins versants : Conception et construction des routes dans les bassins versants sensibles. Cahier FAO Conservation 13/5. Rome.
- 13) PIA/BID Composante d'appui à l'organisation des usagers de l'eau, SENSIBILISATION / DIAGNOSTIC, RAPPORT PHASE I (MARS 2006) ;
- 14) PIZARRO, R. H. Méthodes d'irrigation des parcelles cultivées, 1980.
- 15) PRODEVA; PRODEVA : «Expériences sur les 10 dernières années», 2009, 5p
- 16) Programme d'Intensification Agricole Ennery-Quinte - Prêt 1646/SF-HA ; État d'avancement mai 09, MARNDR/BID, Mai 2009, 4p
- 17) Projet d'Intensification Agricole – Ennery-Quinte. Rapport sur les composantes d'interventions agricoles et de gestion de bassin versant.
- 18) PROHETE Jocelyn, 2006, 59p. Définition d'un plan d'aménagement axé sur l'agroforesterie pour le bassin versant de la rivière la quinte, Gonaïves, Haïti. Essai présenté dans le cadre du programme de maîtrise en agroforesterie pour l'obtention du grade de maître ès sciences (MSc.), Faculté de Foresterie et de Géomatique, UNIVERSITÉ LAVAL.
- 19) République d'Haïti - Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) – Projet d'Intensification Agricole (HA-0016). Février 1999. Étude sur le Bilan d'Eau et l'Impact Hydrologique Bassin versant Ennery/Quinte, République d'Haïti.
- 20) ROLLEY Paul, 1953, 480p. Nouvelle Encyclopédie Agricole - IRRIGATION – Améliorations Agricoles.
- 21) Société d'Expertise et d'Ingénierie LGL SA. Mars 1999. Rapport final de l'étude de Réhabilitation du système d'irrigation et d'organisation des usagers : Projet de mise en valeur agricole de la plaine des Gonaïves. Ministère de l'agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural

- (MARNDR)/ Unité Centrale de Gestion (UCG)/ Banque Interaméricaine de Développement(BID). Pétion-Ville, Haïti.
- 22) SOGETHA, Les ouvrages d'un petit réseau d'irrigation, Techniques rurales en Afrique, 1969, 191 p.
- 23) TIERCELIN, J.R. Traité d'irrigation, 1998,1011 p.
- 24) VAN LAERE P. 2003, Mémento de l'irrigation, 11p.
- 25) Union Européenne. Plan d'aménagement et étude détaillée de la rectification de la rivière la Quinte, Haïti. Rapport final définitif, Aout 2008
- 26) USAID/WINNER, octobre 2009, 251p. Etude des systèmes de production agricole et des associations paysannes dans les bassins versants de la Rivière La Quinte et de la Rivière Grise, Rapport final, AGROCONSULT-HAITI SA.