
Département territoires,
environnement et acteurs
Cirad-Tera



Appui au projet VISION
Appui à la conception détaillée
du Système d'Information relatif au suivi
des consommations en eau dans le
réseau hydraulique

Rapport de mission au Mali
du 22 octobre au 17 novembre 2006

Michel Passouant – Cirad Tera
Bruno Lidon – Cirad CA

CIRAD-TERA N° 68/06

Décembre 2006

*Rapport réalisé dans le cadre de Prestations d'assistance à l'Office du Niger - cellule Vision - sur
financement 8ième FED (Convention de financement n°6392/MLI)*

Résumé :

L'office du Niger est engagé, avec le soutien de la Coopération Française et de l'Union Européenne dans un vaste projet de refonte et d'informatisation de son système d'information. La gestion de l'eau est au cœur du métier de l'Office du Niger et dans un contexte de limitation des consommations d'eau, avec en termes d'information deux grandes fonctionnalités sont attendues : i) le suivi des consommations (exprimées en débits et en volumes) et ii) une aide au pilotage du réseau à la fois pour satisfaire la demande tout en régulant les prélèvements.

La réponse à ces enjeux doit être apportée par les modules 4 et 5 du logiciel Vision. Ces modules doivent être prochainement mis en chantier et leurs spécification doit prendre en compte i) les particularités des ouvrages, ii) les équations hydrauliques sous jacentes, iii) la production d'indicateurs efficaces.

Enfin ces modules sont intégrés au sein du système d'information de l'Office du Niger et partagent certaines données avec d'autres modules, de gestion de l'entretien par exemple.

Mots clés : Office du Niger, Système d'information, gestion de l'eau, suivi des consommations, aide au pilotage, réseau hydraulique, périmètres irrigués.

Sommaire

Sommaire.....	2
<u>1 Introduction.....</u>	<u>4</u>
<u>2 Méthodologie.....</u>	<u>5</u>
2.1 Rappel de la méthodologie proposée.....	5
2.1.1 Compréhension du besoin.....	5
2.1.2 Méthodologie.....	6
2.1.3 Livrables de la mission.....	6
2.2 Adaptation.....	6
2.2.1 Module 4.....	7
2.2.2 Module 5.....	8
<u>3 Evaluation des débits.....</u>	<u>10</u>
3.1 Objectifs et différents types concernés.....	10
3.2 Ouvrage de type « Vanne plate » : Estimation des débits instantanés délivrés.....	10
3.2.1 Informations nécessaires.....	10
3.2.2 Procédure d'estimation des débits instantanés transitant par un ouvrage de type vanne plate.....	11
3.3 Ouvrage de type « Module à masque » : Estimation des débits instantanés délivrés.....	15
3.3.1 Informations nécessaires.....	15
3.3.2 Procédure d'estimation des débits instantanés transitant par un ouvrage de type module à masque.....	19
3.4 Ouvrage de type « vanne automatique AVIS/AVIO » : Estimation des débits instantanés délivrés.....	23
3.4.1 Informations nécessaires.....	24
3.4.2 Procédure d'estimation des débits instantanés transitant par un ouvrage de type vanne automatique AVIS/AVIO.....	25
3.5 Ouvrage de type « régulateur statique » : Estimation des débits instantanés délivrés.....	27
3.5.1 Informations nécessaires.....	27
3.5.2 Procédure d'estimation des débits instantanés transitant par un ouvrage de type déversoir.....	28
3.6 Recommandations.....	30
3.6.1 Modules à masque : amélioration de l'évaluation des débits.....	30
3.6.2 Régulateurs statiques : évaluation de la fiabilité des données.....	30
3.6.3 Vannes AVIS/AVIO : activités spécifiques.....	30
3.7 Evaluation du fonctionnement des drains.....	30
3.7.1 Limites de la mesure des débits dans les drains principaux.....	31
3.7.2 Proposition pour suivre l'impact du niveau du plan d'eau dans les drains principaux sur la drainabilité des parcelles rizicoles.....	31
3.8 Synthèse.....	31
<u>4 Evaluation des volumes.....</u>	<u>33</u>
4.1 Objectif de l'évaluation des volumes.....	33
4.2 Proposition d'une méthode d'évaluation des volumes délivrés par un ouvrage.....	33
4.2.1 Cas des ouvrages faisant l'objet d'un réglage.....	34
4.2.2 Cas des ouvrages ne faisant pas l'objet d'un réglage.(vanne automatique AVIS/AVIO, régulateur statique).....	40
<u>5 Indicateurs de suivi.....</u>	<u>42</u>
5.1 Types et Finalité des Indicateurs de suivi.....	42
5.2 Indicateurs de suivi de la gestion de l'eau au niveau d'un partiteur.....	42
5.2.1 Indicateurs basés sur le rapports entre volume d'eau délivré et surface aménagée ou cultivée.....	43
5.2.2 Indicateurs basés sur l'évaluation de l'adéquation entre volume d'eau d'irrigation délivré additionné des pluies et besoins en eau des cultures.....	45
5.2.3 Indicateur basé sur le suivi des PE en amont de l'ouvrage de prise du partiteur permettant d'évaluer les contraintes d'accès à l'eau liées à la qualité du service de l'eau au niveau du distributeur.....	48
5.2.4 Indicateur de drainabilité des surface irriguées par le partiteur.....	48
5.2.5 Tableau récapitulatif des indicateurs au niveau partiteur.....	49
5.3 Indicateurs de suivi de la gestion de l'eau au niveau d'un distributeur.....	49
5.3.1 Calcul de l'indicateur efficience de distribution et transport au niveau du distributeur.....	50
Calcul de l'indicateur d'efficience globale moyenne de la gestion de l'eau inter - partiteur.....	53
5.3.2 Calcul de l'indicateur d'efficience globale du système distributeur/partiteur/arroseur.....	54
5.3.3 Calcul de l'indicateur de la qualité du service de l'eau fournie par le distributeur.....	54

5.3.4	Calcul de l'indicateur de caractérisation des contraintes d'alimentation en eau du distributeur	55
5.3.5	Calcul des indicateurs de consommation en eau par hectare cultivé et par campagne aux différents niveaux du système hydraulique	55
5.3.6	Tableau récapitulatif des indicateurs de suivi au niveau distributeur	57
5.4	Indicateurs de suivi de la gestion de l'eau au niveau du Réseau primaire	59
5.4.1	Indicateur de bilan volume calculé au niveau des biefs	59
5.4.2	Indicateur de qualité du service de l'eau calculé au niveau de chacun des biefs	59
5.4.3	Indicateur de contrainte d'accès à l'eau en tête de bief	60
5.4.4	Tableau récapitulatif des indicateurs de suivi au niveau du réseau primaire	60
6	Module 4 – Suivi des consommations	62
6.1	Le périmètre du Module 4	62
6.2	Les grandes options du Module 4	63
6.3	Les acteurs et les rôles	64
6.3.1	Les différents acteurs	64
6.3.2	Cas d'utilisation	65
6.3.3	Les aiguadiers	65
6.3.4	Les éclusiers	65
6.3.5	Les chefs de casier	66
6.3.6	Le chef SGE	67
6.3.7	Le chef SERP	67
6.4	La circulation des données	67
6.4.1	Les données collectées	67
6.4.2	Les données échangées	69
6.5	Le modèle de données	70
6.5.1	Suivi de la pluviométrie	70
6.5.2	Adaptation du référentiel UEM	70
6.5.3	Suivi des débits	73
6.5.4	Suivi des volumes	74
6.5.5	Les éléments de paramétrage	76
6.6	Les fonctionnalités détaillées	76
6.6.1	La pluviométrie	76
6.6.2	Le référentiel UEM	77
6.6.3	Les relevés hydrauliques, les débits et les volumes	78
6.6.4	Les indicateurs de suivi	80
6.6.5	Les agents	80
6.7	Les pré requis	80
7	Module 5 : Pilotage du réseau	81
7.1	L'estimation de la demande en eau	81
7.1.1	Limites de la méthode actuelle d'estimation de la demande en eau	81
7.1.2	Limites de l'analyse des demandes en eau passées	81
7.1.3	Nécessité de mettre en place un système de suivi en démarrage de la campagne	82
7.1.4	Générer la demande en eau à partir du suivi du démarrage de la campagne et des débits spécifiques relatif de la culture	82
7.2	Contribution du système d'information au pilotage du réseau primaire	82
7.3	Contribution du système d'information au pilotage du réseau secondaire	83
7.4	L'organisation informatique	83
7.4.1	Les données	84
7.4.2	Les fonctionnalités	84
8	Conclusion	87
9	ANNEXES	88

1 Introduction

Michel Passouant (Cirad-Tera) s'est rendu au Mali du 22 octobre au 17 Novembre dans la cadre d'une mission d'appui à l'Office du Niger et plus précisément à la cellule Vision. Cette mission avait deux objets : i) Intégration technique du SIG et du SI, et ii) Appui à la conception détaillée du Système d'Information relatif au suivi des consommations en eau dans le réseau hydraulique

Bruno Lidon (Cirad-CA) s'est joint à Michel Passouant du 6 au 17 novembre pour travailler sur le suivi des consommations en eau et enclencher la réflexion sur le système de pilotage du réseau hydraulique.

Cette mission d'appui à la cellule Vision, doit apporter sa contribution dans une première partie à la rédaction du cahier des charges du module 4 du logiciel qui doit gérer le Système d'Information de l'Office du Niger. Ce module est dédié au suivi des consommations d'eau aux différents niveaux du réseau hydraulique.

La deuxième partie de la mission doit jeter les bases d'un système de pilotage du réseau hydraulique, module 5 du logiciel Vision. En prolongeant le système de suivi constitutif du module 4, il s'agit de définir une ébauche de stratégie de pilotage du réseau, d'en définir les finalités, d'en déduire les fonctionnalités et les besoins en termes d'information et de modélisation du fonctionnement hydraulique.

2 Méthodologie

2.1 Rappel de la méthodologie proposée

2.1.1 Compréhension du besoin

Il a été choisi d'aborder la gestion de l'eau sous deux entrées successives et complémentaires :

- Un suivi des consommations effectué en différents points du réseau (de la prise, au réseau primaire, puis secondaire)
- Un pilotage dynamique et prévisionnel du réseau pour ajuster offre et demande

Pour assurer le suivi des consommations en eau, il faut se donner les moyens de les mesurer à différents niveaux du réseau (primaire, distributeur, partiteur). Le module 4 du SI global est consacré à ce suivi.

Le cahier des charges prévoit, en l'état actuel, d'enregistrer les débits et les volumes au niveau des prises des irrigateurs (réseau primaire, distributeurs et partiteurs) et des drains (lorsque ce sera possible). Cependant, et en précisant ce premier document, la production du cahier des charges détaillé prévue en 2006 implique :

- L'élaboration d'une structure de données adaptée au suivi des consommations d'eau, sous forme d'un modèle de classe UML ou de modèle conceptuel de données en formalisme entité-association.
- Un protocole de collecte des données (fonction, formation du personnel, support de relever des données, circulation des informations...)
- Un protocole d'homogénéisation et de nettoyage des données accumulées et des données nouvelles à collecter.
- Une spécification des fonctionnalités de l'application de gestion et de manipulation des données.
- Un protocole de mise en forme et de diffusion de données, avec en particulier la définition d'un ensemble d'indicateurs prenant valeurs en différents points du réseau.
- L'identification des utilisateurs des informations et la définition pour chaque classe d'acteurs de supports de communication et de restitution des données sous forme de tableaux de bord, de fiches tabulaires et de cartes.

Le pilotage du réseau va partager avec le suivi des consommation une partie des données suivi. Elles seront complétées par :

- L'analyse des tâches de pilotage
- L'identification des acteurs concernés
- La définition des informations produites ou utilisées par chacun
- Une première modélisation de l'organisation des données sous forme d'un diagramme de classes
- La définition des traitements à effectuer
- Le recensement et le dessin des principaux documents de restitution des données et des informations
- Le protocole de collecte et de contrôle de données

2.1.2 Méthodologie

La bonne réalisation des missions 2 et 3 nécessite des compétences à la fois en hydraulique et en informatique. D'autre part ces deux missions, consacrées l'une au contrôle de l'analyse du module 4 (suivi des consommations en eau) et l'autre à la spécification du module 5 (pilotage du réseau) sont en très forte interrelation.

Aussi la réponse propose de réaliser simultanément ces deux missions et de mobiliser deux experts du domaine hydraulique et du domaine informatique.

Dans ces conditions, il sera réalisé en abordant simultanément le suivi des consommations en eaux et le pilotage du réseau :

- Après des principaux acteurs, un point sur les activités de suivi et de pilotage
- L'identification des besoins en information
- La proposition de documents (indicateurs, tableaux de bord, restitutions cartographiques) et de fonctionnalités
- L'actualisation des modèles de données et de traitement
- L'adaptation et la finalisation des cahiers des charges logiciels

Dans la répartition des activités, l'expert hydraulicien assurera la partie recensement des besoins et propositions d'indicateurs et de tableaux de bord. L'expert informatique sera chargé de la partie modélisation des données et des traitements et de leur insertion dans le modèle global ainsi que de la proposition de maquettes.

2.1.3 Livrables de la mission

Nouvelle version du cahier des charges du module 4 (Suivi des consommations)

Nouvelle version des maquettes

Ebauche du cahier des charges du module 5 (Aide au pilotage du réseau hydraulique)

2.2 Adaptation

Cette mission est placée extrêmement tard dans le cycle de déroulement du projet Vision. La raison est à chercher dans les retards pris au démarrage liés aux difficultés administratives rencontrées, à la complexité de l'organisation du financement des missions d'appui et enfin à la programmation des interventions selon les disponibilités de chacun.

Le cahier des charges de l'application informatique est donc bien avancé dans sa partie description des transactions et modèle de données. Dans ces conditions, il a été choisi d'apporter une contribution à ce document en focalisant le travail sur les méthodes de relevés, de calculs des débits et des volumes. A partir de cela la structure de données sera reprise. Enfin le domaine beaucoup plus complexe du

Le pilotage du réseau sera exploré en proposant une organisation générale et proposant des études et travaux à engager.

Le cahier des charges doit d'une part fixer les obligations et responsabilités réciproque du maître d'ouvrage – l'Office du Niger dans le cas présent- et le maître d'oeuvre – le prestataire informatique, mais aussi d'autre part fixer clairement, de manière exhaustive et sans ambiguïté, les caractéristiques du logiciel à développer et mettre en place.

Ceci signifie d'une part être arrivé à une bonne définition du processus métier et de la transcription sous forme d'une description précise des besoins émis et construits avec les utilisateurs, et d'autre part leur transcription dans un modèle formel – en UML par exemple – qui va permettre la rédaction du cahier des charges. Une longue série d'itérations successives entre énoncé des besoins et modélisation formelle permet d'arriver à une formulation satisfaisante du modèle métier (Figure 1 : Formalisation du SI).

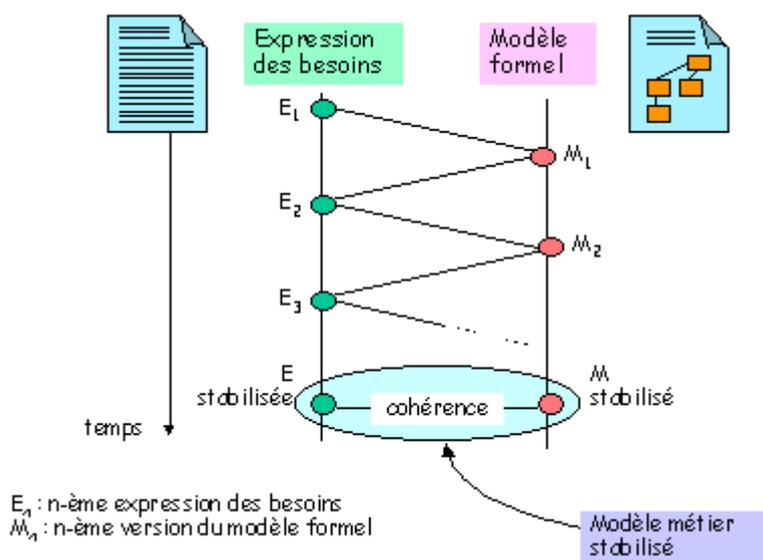


Figure 1 : Formalisation du SI (<http://www.volle.com/>)

2.2.1 Module 4

Compte tenu de l'état d'avancement de la rédaction du cahier des charges et de la nécessaire réorganisation de la mission due au décalage de l'arrivée de l'expert hydraulicien, des adaptations et précisions méthodologiques ont été apportées, d'accord parties avec la cellule VISION.

En effet, au démarrage de la mission, la phase de spécification des fonctionnalités avec les différents scénarios possibles n'a pas fait l'objet d'une validation par les utilisateurs finaux du systèmes – les agents des services concernés par la gestion de l'eau : SGE dans les zones, le SERP, les services du siège.

Dans l'objectif de construire le cahier des charges du module 4 – suivi des consommations en eau- du projet VISION, il a été proposé de reprendre une méthode en trois points :

1. Identifier les acteurs et les activités de la gestion de l'eau à l'Office du Niger
2. Reprendre pour chaque activité les conditions de réalisation et les résultats, en abordant les ressources informationnelles concernées (collectées, utilisées, élaborées et produites et échangées)
3. Déterminer les équations hydrauliques permettant de calculer débits, puis volumes à partir des relevés de cotes.
4. Construire les indicateurs propres au suivi et à l'évaluation des consommations en eau et revenir éventuellement sur les points 1 et 2 prenant en compte de nouvelles informations (spécifiques au reporting via calcul d'indicateurs) et des activités afférentes à la collecte, au traitement et à l'analyse de ces informations supplémentaires.

Dans la mise en œuvre de cette méthode, on a choisi, compte tenu des contraintes liées à la disponibilité de l'expert hydraulicien, il est choisi de travailler en trois temps :

1. D'abord à partir d'une compilation des documents existants, complétée par des interviews spécifiques, identifier les acteurs de la gestion de l'eau impliqués dans le suivi des consommations, décrire les activités qu'ils mènent dans le cadre de ce processus, en déduire les ressources informationnelles nécessaires et proposer un protocole d'acquisition, de traitement, d'utilisation et de diffusion. Cette phase est menée en tandem entre le responsable agro-économiste de Vision et l'expert informaticien.
2. Reprendre les éléments ainsi rassemblés et mis en forme afin de les compléter par une batterie d'indicateurs de suivi de ces consommations, et définir le protocole de collecte, de calcul et de diffusion. Ce travail, qui relève de la définition claire, détaillée et précise du métier de la gestion de l'eau, sous sa facette suivi des consommations, va être mené dans le cadre d'un groupe de travail réunissant les chefs SGE des 5 zones, et le chef du SERP, et animé principalement par l'expert hydraulicien. Deux réunions du groupe de travail sont ainsi prévues.
3. Rassembler et structurer les calculs hydrauliques et organiser les données en conséquence.

2.2.2 Module 5

Concernant le module 5, les ambitions sont beaucoup plus modestes puisqu'il s'agit de faire une ébauche du système de pilotage du réseau. Le pilotage est conçu sous deux angles différents et complémentaires :

1. Dans une logique d'offre, être capable de répondre à la demande en eau, et à cet effet décider des réglages à opérer sur les différents ouvrages.
2. Dans une logique de gestion hydraulique environnementale, être capable de réguler les prélèvements effectués sur le fleuve (pour respecter les contraintes négociées avec les autorités nationales et internationales) et d'autre part réduire les volumes d'eau transitant dans le système de drainage.

De cet effet le sujet est beaucoup plus complexe car les deux points ci-dessus peuvent ne pas être compatibles, et donc être source de conflits.

D'autre part, au plan technique, ce double objectif fait appel à i) une connaissance précise du fonctionnement du réseau hydraulique de l'Office du Niger (en particulier les temps de transit dans les différents biefs, depuis le barrage jusqu'au parcelles), ii) une capacité à prévoir le demande en eau des parcelles, iii) la disponibilité d'un modèle hydraulique de simulation du fonctionnement des canaux, pour d'une anticiper cette demande, et d'autre part aider au réglage des différents ouvrages afin de répondre en temps voulu à la demande.

3 Evaluation des débits

3.1 Objectifs et différents types concernés

L'objectif du présent chapitre est de préciser les données et les modes d'estimation des débits transitant aux niveaux des ouvrages hydrauliques équipant les distributeurs et partiteurs. Cela doit permettre :

1. de mieux appréhender les débits instantanés au niveau du réseau primaire et secondaire (distributeur et tête de partiteur)
2. d'en estimer automatiquement les débits à partir des relevés de cotes.

Les ouvrages pris en compte concernent ceux au niveau desquels la présence d'échelles de crue en amont et si nécessaire en aval permet d'enregistrer les débits transitant et les réglages des ouvrages effectués par les aiguadiers comme indiqué dans le tableau ci-dessous. Les ouvrages ne faisant pas l'objet de relevés systématiques tels que déversoirs de sécurité, régulateurs à vannettes n'ont pas été pris en compte. Dans le cadre de ce chapitre le suivi des drains sera aussi abordé.

Distributeurs ou partiteurs indépendants	Fonction de l'ouvrage	Type d'ouvrage
	Ouvrages de prise.	Vannes plates
		Vanne automatique AVIS/AVIO
	Ouvrages de régulation.	Vanne AVIS/AVIO
		Vannes plates
		Régulateurs statiques
Partiteurs	Ouvrages de prise	Vannes plates
		Modules à masque
		Régulateur statique
	Ouvrages de régulation	Seuil fixe

3.2 Ouvrage de type « Vanne plate » : Estimation des débits instantanés délivrés.

3.2.1 Informations nécessaires

Un ouvrage de type vanne plate est composé d'un ou plusieurs orifices (rectangulaire ou circulaire) indépendamment obturé par des portes coulissantes. Les informations nécessaires à l'évaluation de ses conditions de fonctionnement relèvent de :

3.2.1.1 Données structurelles spécifiques :

De l'ouvrage

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
1	Nombre d'orifice	Porte/passe	Indispensable	Calcul débit
2	Cote 0 de l'échelle amont	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
3	Cote 0 de l'échelle aval	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
4	PE débit nominal amont	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Service de l'eau
5	PE débit nominal aval	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Service de l'eau
6	PE max amont	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Service de l'eau
7	PE max aval	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Service de l'eau
8	PE min amont	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Service de l'eau
9	PE min aval	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Service de l'eau
10	Type de système d'ouverture :	Crémaillère ou Vis		Vérification
11	Nb éléments de échelle amont	Éléments 1 m		Vérification
12	Nb éléments de l'échelle aval	Éléments 1 m		Vérification

De chacun des orifices et des portes de fermeture

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
13	Cote du radier	M (cote absolue ref ON)		Vérification
14	Type orifice	Rectangulaire	Indispensable	Calcul débit
15	Largeur orifice	Mètre	Indispensable	Calcul débit
16	Hauteur orifice	Mètre		Vérification
14a	Type orifice	Circulaire	Indispensable	Calcul débit
15a	Diamètre orifice	Mètre	Indispensable	Calcul débit
17	Nombre de crans ou dents au dessus du système de réglage lorsque l'orifice est fermé	Nombre	Indispensable	Calcul débit
18	Hauteur d'une dent	Centimètre	Indispensable	Calcul débit
19	Nombre total de dents	Dent		Vérification

3.2.1.2 Données descriptives des conditions de fonctionnement observées de l'ouvrage (données variables descriptives des conditions d'exploitation du réseau)

Plan d'eau amont et aval de l'ouvrage

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
20	Cote PE lue sur échelle amont	m (cote relative)	Indispensable	Débit/Service de l'eau
21	Cote PE lue sur échelle aval	m (cote relative)	Indispensable	Débit/Service de l'eau

L'enregistrement des cotes des plan d'eau amont et aval sera réalisé avant tout réglage des portes obturant les orifices.

Ouverture de chacun des orifices

22	Nombre de dents au dessus du système de réglage	Dent	Indispensable	Calcul débit
----	---	------	---------------	--------------

L'enregistrement du nombre de dent correspondant au réglage des portes sera effectué après lecture des plans d'eau amont et aval.

Date et heure de l'observation et ou du réglage des portes (journalier ou pas de temps inférieur)

18a	Date	Jour	Indispensable	Calcul volume délivré
18b	Heure	Heure	Indispensable	Calcul volume délivré
18c	Minute	Minute	Indispensable	Calcul volume délivré

3.2.2 Procédure d'estimation des débits instantanés transitant par un ouvrage de type vanne plate.

3.2.2.1 Formule générale de calcul du débit (QT)

Le débit d'un ouvrage muni de vannes plates est égal à la somme des débits transitant par les différents orifices :

$$QT = \sum_{i=1}^{i=K} Qo_i$$

Avec

- QT débit transitant au niveau de l'ouvrage
- Qoi débit transitant au niveau d'un orifice
- K nombre d'orifice ou passe

Le débit d'un orifice fonctionnant dans des conditions noyées est calculé à partir de l'équation générale du débit transitant par un orifice noyé illustré par l'équation 1 ci-dessous.

Equation 1

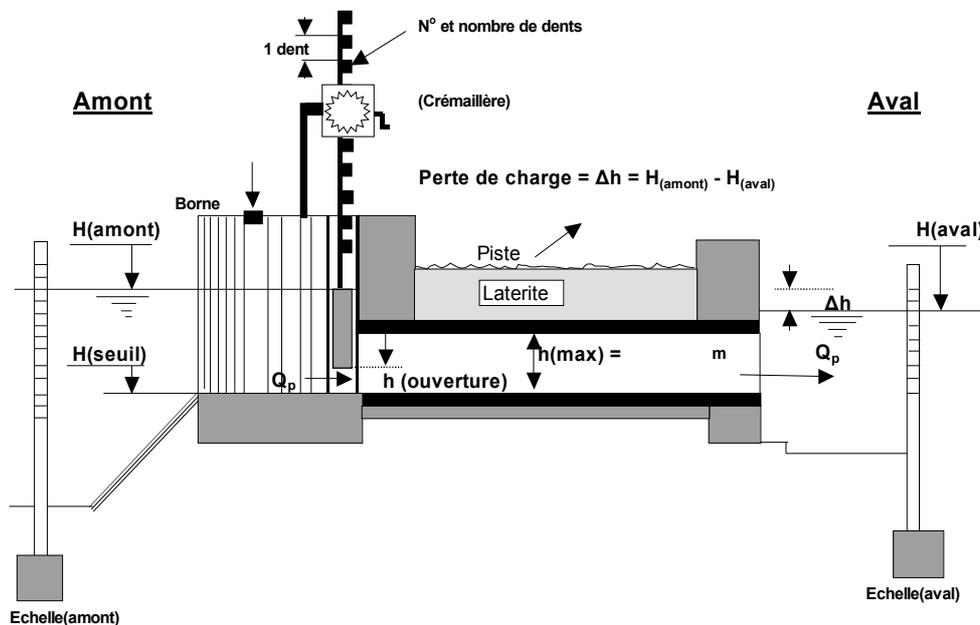
$$Q_{oi} = \mu .S.\sqrt{2.g.\Delta h}$$

Avec :

- Q_p débit de la porte en m³/s
- μ coefficient spécifique de la vanne 0,65
- S surface ouvert de l'orifice m²
- Δh différence de charge hydraulique entre l'amont et l'aval de la vanne
- g accélération de la pesanteur 9,81 m. s⁻²

3.2.2.2 Procédure de calcul dans le cas d'un orifice rectangulaire

Plan Schématique Prise Vanne Plate



Données utilisées

Code	Type de données	Unités	Niveau d'utilisation	Symbole
1	Nombre de portes :	Porte	Vanne	N
2	Cote 0 de l'échelle aval	M (cote absolue ref ON)	Vanne	Ho_ament
3	Cote 0 de l'échelle aval	M (cote absolue ref ON)	Vanne	Ho_aval
15	Largeur de l'orifice	Mètre	Passe	L_k
17	Nombre de dents au dessus du système de réglage lorsque la vanne est fermée	Dent	Passe	No_k
22	Nombre de dents au dessus du système de réglage	Dent	Passe	Ni_k
18	Hauteur d'une dent	Cm	Vanne	H_dent_k
20	Cote PE lue sur échelle amont	M (cote relative)	Vanne	H(i)_ament
21	Cote PE lue sur échelle aval	M (cote relative)	Vanne	H(i)_aval

Calcul du débit par porte (Qp) à l'instant i

L'équation 2 ci-dessous permet d'estimer les débits en fonctions des données descriptives des ouvrages de type vanne plate régulant un orifice rectangulaire (porte ou passe).

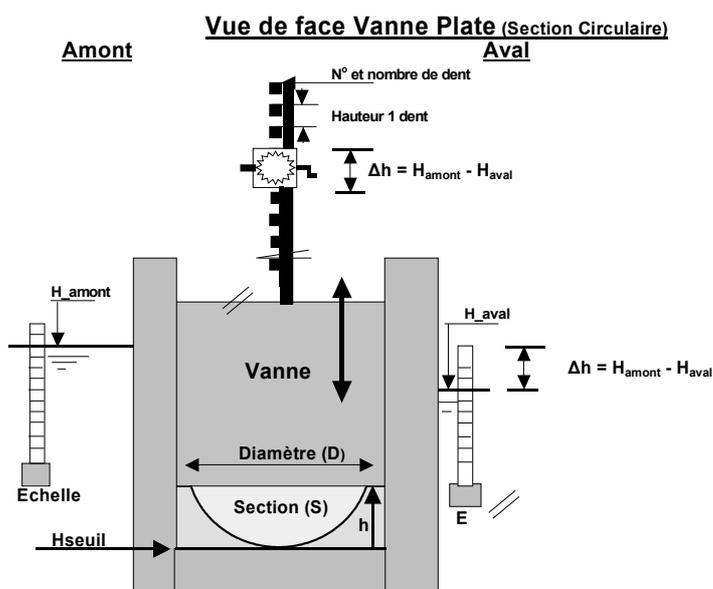
Equation 2

$$Q_p = 0,029 \cdot (H_{\text{dent}_k}) \cdot (N_{i_k} - N_{o_k}) \cdot (L_k) \cdot (H_{o_{\text{amont}}} + H_{i_{\text{amont}}} - H_{o_{\text{aval}}} - H_{i_{\text{aval}}})^{0,5}$$

Avec :

- Qp débit de l'orifice en m3/s
- H_dent_k hauteur d'une dent en cm
- Ni_k nombre de dent dépassant du système de réglage à l'instant i
- No_k nombre de dent dépassant du système de réglage lorsque la porte est fermée
- L_k largeur de la porte (m)
- Ho_amont cote de calage de la cote amont (m)
- Hi_amont lecture sur l'échelle amont (m)
- Ho_aval cote de calage de la cote aval (m)
- Hi_aval lecture sur l'échelle aval (m)

3.2.2.3 Procédure de calcul dans le cas d'un orifice circulaire



Données utilisées

Code	Type de données	Unités	Niveau d'utilisation	Symbole
1	Nombre de portes :	Porte	Vanne	N
2	Cote 0 de l'échelle aval	M (cote absolue ref ON)	Vanne	Ho_amont
3	Cote 0 de l'échelle aval	M (cote absolue ref ON)	Vanne	Ho_aval
15a	Diamètre de l'orifice	Mètre	Passe	Do
17	Nombre de dents au dessus du système de réglage lorsque la vanne est fermée	Dent	Passe	No_k
22	Nombre de dents au dessus du système de réglage	Dent	Passe	Ni_k
18	Hauteur d'une dent	Cm	Vanne	H_dent_k
20	Cote PE lue sur échelle amont	M (cote relative)	Vanne	H(i)_amont
21	Cote PE lue sur échelle aval	M (cote relative)	Vanne	H(i)_aval

Calcul du débit par porte (Qp) à l'instant i

L'équation 3 ci-dessous permet d'estimer les débits en fonctions des données descriptives des ouvrages de type vanne plate régulant un orifice rectangulaire (porte ou passe).

Equation 3

$$Q_p = 2,88.Ao.(Ho_amont + Hi_amont - Ho_aval - Hi_aval)^{0,5}$$

Avec :

- Qp débit de l'orifice en m³/s
- Ao aire de la section circulaire d'ouverture en m²
- Ho_amont cote de calage de la cote amont (m)
- Hi_amont lecture sur l'échelle amont (m)
- Ho_aval cote de calage de la cote aval (m)
- Hi_aval lecture sur l'échelle aval (m)

L'aire de la section circulaire ouverte Ao est calculée en fonction de la hauteur d'ouverture de la vanne Go et du diamètre de l'orifice Do par l'équation

$$Ao = \frac{Do^2}{8}(\beta - \sin \beta)$$

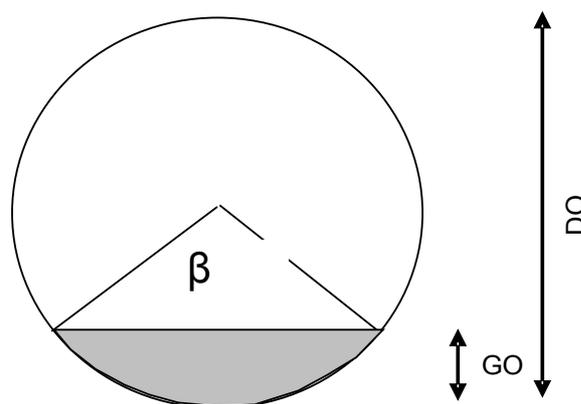
Avec :

$$\beta = 2 \cos^{-1} \left(1 - \frac{Go}{Do}\right)$$

Go étant, comme dans le cas d'une ouverture rectangulaire calculé par l'équation

$$Go = (H_dent_k).(Ni_k - No_k) / 100$$

- H_dent_k hauteur d'une dent en cm
- Ni_k nombre de dent dépassant du système de réglage à l'instant i
- No_k nombre de dent dépassant du système de réglage lorsque la porte est fermée



3.3 Ouvrage de type « Module à masque » : Estimation des débits instantanés délivrés.

3.3.1 Informations nécessaires

Un ouvrage de type module à masque est composé :

- d'une batterie de modules dont le débit nominal est défini en fonction de la surface aval desservie (+/- 2 l/s/ha)
- de modules dont le débit est indépendant du PE aval et peu variable lorsque le PE amont varie dans une marge caractéristiques du type de module,

Chaque module peut être ouvert ou fermé indépendamment par une vannette afin de permettre une bonne adéquation entre apports et besoins.

Les informations nécessaires à l'évaluation de ses conditions de fonctionnement comporte :

3.3.1.1 Données structurelles spécifiques à l'équipement

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
1	Type de module	X1,	Indispensable	Calcul débit
		XX1	Indispensable	Calcul débit
		C1	Indispensable	Calcul débit
		CC1	Indispensable	Calcul débit
		L1	Indispensable	Calcul débit
		X2,	Indispensable	Calcul débit
		XX2	Indispensable	Calcul débit
		C2	Indispensable	Calcul débit
		CC2	Indispensable	Calcul débit
		L2	Indispensable	Calcul débit
2	Débit installé	l/s	Indispensable	Calcul débit
3	Cote du seuil	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
4	Nombre et débit des différents modules	Débit l/s et nombre		Vérification

Un ouvrage de type module à masque est caractérisé par :

- Son type X, XX, C, L dont dépend le débit nominal par cm de largeur du déversoir.
- Le nombre de masque dont il dispose 1 ou 2 dont dépend l'importance de la plage de la charge hydraulique sur le seuil du module pour laquelle le débit nominal varie de moins de 5%.

Les tableaux ci-dessous illustrent les principales caractéristiques des modules en fonction de leur type :

Equipement « standard » des ouvrages de type module à masque en fonction de leur type.

Modules X1 et X2

Débit nominal l/s	Nombre de vannettes			
	5	10	15	30
30	1	1	1	
60	1	1	1	1
90	1	1	1	2
120	1	1	1	3
150	1	1	1	4

Modules XX1 et XX2

Débit nominal l/s	Nombre de vanettes				
	10	20	30	60	90
30	1	1			
60	1	1	1		
90	1	1	2		
120	1	1	1	1	
150	1	1	2	1	
180	1	1	1	2	
210	1	1	1	1	1
240	1	1	1	3	
300	1	1	1	1	2
360	1	1	1	2	2
420	1	1	1	3	2
480	1	1	1	1	4

Modules L

Débit nominal l/s	Nombre de vanettes			
	50	100	200	400
500	2	2	1	
550	1	1	2	
600	2	1	2	
650	1	2	2	
700	2	2	2	
750	1	1	1	1
800	2	1	1	1
850	1	2	1	1
900	2	2	1	1
950	1	1	2	1
1000	2	1	2	1
1050	1	2	2	1
1100	2	2	2	1
1150	1	1	1	2
1200	2	1	1	2
1250	1	2	1	2
1300	2	2	1	2
1350	1	1	2	2
1400	2	1	2	2
1450	1	2	2	2
1500	2	2	2	2

Modules C et CC

Débit nominal l/s	Nombre de vanettes				
	100	200	400	600	1000
1000	2	2	1		
1100	1	1	2		
1200	2	1	2		
1300	1	1	1	1	
1400	2	1	1	1	
1500	1	2	1	1	
1600	2	2	1	1	
1700	1	1	2	1	
1800	2	1	2	1	
1900	1	1	1	2	
2000	2	1	1	2	
2100	1	2		1	1
2200	2	1	2		1
2300	1	1	1	1	1
2400	2	1	1	1	1
2500	1	2	1	1	1
2600	2	2	1	1	1
2700	1	1	2	1	1
2800	2	1	2	1	1
2900	1	1	1	2	1
3000	2	1	1	2	1

Variabilité du débit nominal d'un module à masque en fonction de leur type et de la charge sur le seuil

Ces tableaux sont donnés à titre indicatif. La variation du débit nominal en fonction de la charge a été ajustée à des fonctions polynomiales afin de pouvoir évaluer automatiquement le débit (cf. chapitre suivant).

Double masque

Type de module	X2	XX2	L2	C2	CC2	
Débit en l/s par cm de largeur du seuil déversant	1	2	5	10	20	
Variation du débit en % de sa valeur nominale en fonction de la charge sur le seuil en cm	15%	34	52	97	154	244
	10%	31	48	88	141	223
	5%	28	44	81	130	206
	0%	26	40	74	118	187
	-5%	23	36	66	105	167
	0%	21	32	60	96	152
	5%	20	30	56	89	141
	0%	18	27	51	81	129
	-5%	15	23	43	69	110
	0%	14	22	41	65	103
	-5%	14	21	39	62	99
	-10%	13	20	37	59	94
-15%	12	19	35	56	89	

Simple masque

Type de module	X1	XX1	L1	C1	CC1
Débit en l/s par cm de largeur du seuil déversant	1	2	5	10	20

Variation du débit en % de sa valeur nominale en fonction de la charge sur le seuil en cm	15%	21	33	61	97	154
	10%	20	31	58	92	146
	5%	19	29	55	87	138
	0%	17	27	50	79	126
	-5%	15	23	43	69	110
	-10%	13	20	37	59	
	-15%	12	19	35	56	89

3.3.1.2 Données descriptives des conditions de fonctionnement observées de l'ouvrage (données variables descriptives des conditions d'exploitation du réseau)

Plan d'eau amont de l'ouvrage et débit nominal utilisé

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
5	Cote PE lue sur échelle amont	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Débit/Service de l'eau
6	Débit nominal utilisé	l/s	Indispensable	Calcul débit
7	Cote PE lue sur échelle aval	M (cote absolue ref ON)		
8	Nombre de vannettes ouvertes		Vérification	

Date et heure de l'observation et ou du réglage des vannettes (journalier ou pas de temps inférieur)

18a	Date	Jour	Indispensable	Calcul volume délivré
18b	Heure	Heure	Indispensable	Calcul volume délivré
18c	Minute	Minute	Indispensable	Calcul volume délivré

L'un des principaux problèmes que l'on va rencontrer est que, dans leur grande majorité, les modules à masque ne sont pas munis d'échelle de crue en amont et que leur condition de fonctionnement doit être caractérisée par la hauteur d'eau sur le seuil.

Par contre sur la plupart des modules sont indiqués par des repères le calage au débit nominale et les limites de plan d'eau correspondant à une variation du débit par rapport au débit nominal de moins de 10% ; ces repères sont quelques fois peu visibles.

Pour homogénéiser le système de mesure il serait opportun d'équiper d'échelle l'ensemble des modules en tête de partiteur..

Une échelle placée en aval permettrait de caractériser les conditions de fonctionnement du module et en particulier de vérifier s'il ne fonctionne pas en conditions noyées.

3.3.2 Procédure d'estimation des débits instantanés transitant par un ouvrage de type module à masque.

Dans la mesure où il existe effectivement une échelle de crue les données nécessaires à l'estimation des débits sont données par le tableau ci-dessous :

Code	Type de données	Unités	Symbole
1	Type de module		
6	Débit nominal utilisé	l/s	Qo
3	Cote du seuil	M (cote absolue ref ON)	Cs
5	Cote PE lue sur échelle amont	M (cote absolue ref ON)	PEa

3.3.2.1 Procédure de calcul

Ces données permettent de déterminer à partir de relations empiriques le débit délivré en fonction du type de module, du débit nominal utilisé, et de la charge sur le seuil par la relation suivante :

$$Q = Qo(1 + p)$$

Avec

- Q débit délivré
- Qo débit nominal utilisé
- P pourcentage de variation par rapport au débit nominal calculé par une fonction empirique

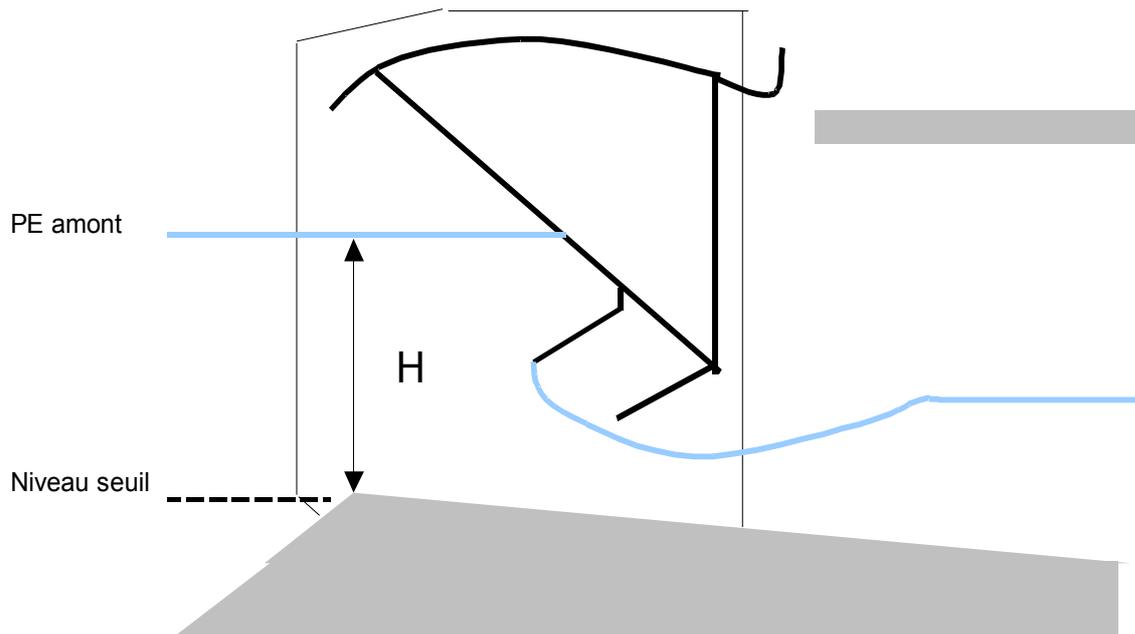
$$p = f(H_{seuil}, Type\ de\ module)$$

$$H_{seuil} = PEa - Cs$$

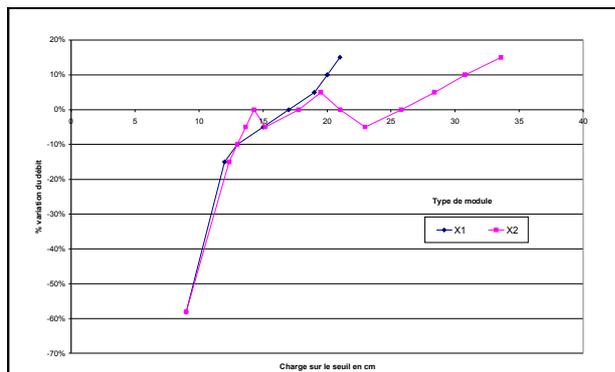
Avec :

- PEa : Cote PE lue sur échelle amont
- Cs : Cote du seuil

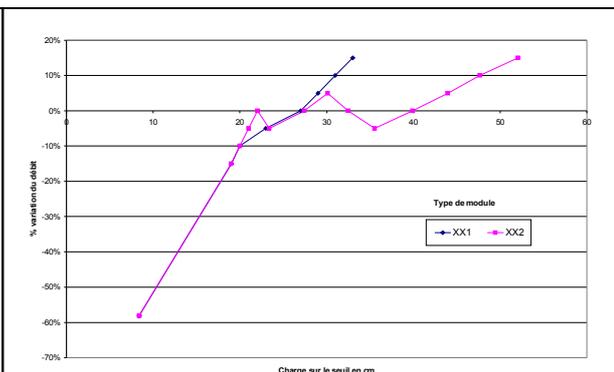
La figure ci-dessous illustre la mesure de la charge hydraulique sur le seuil d'un module à masque type L2.



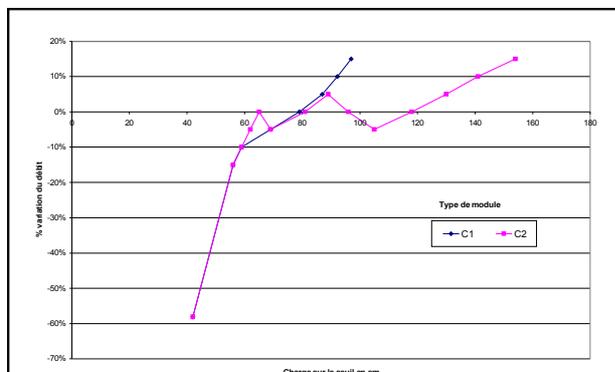
Les figures ci-dessous illustrent à titre indicatif la relation empirique entre la charge hydraulique sur le seuil et la variation de débit pour les différents types de modules.



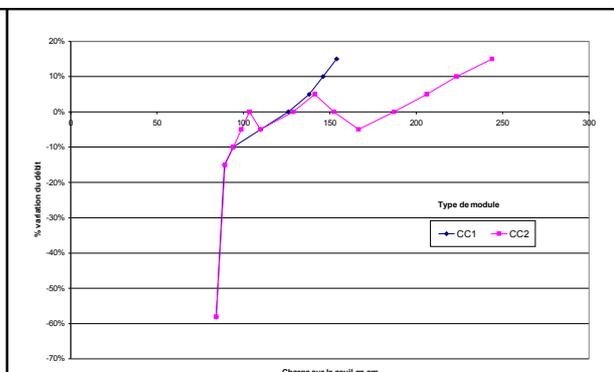
Modules type X1 et X2



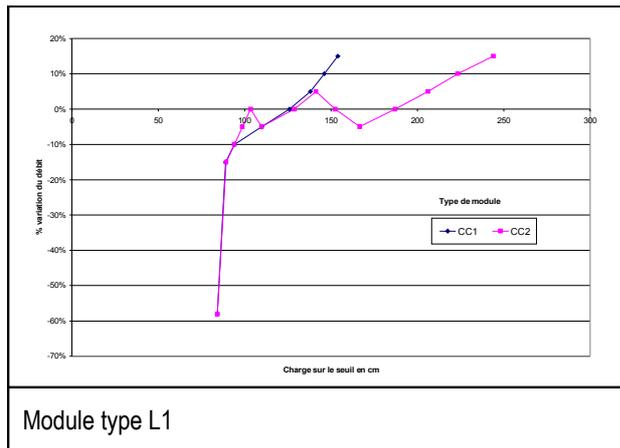
Modules type XX1 et XX2



Modules type C1 et C2



Modules type CC1 et CC2



Afin de pouvoir estimer le débit, ces courbes sont ajustées à des fonctions polynomiales qui permettent, en fonction de la valeur de la charge sur le seuil de déterminer p .

Les tableaux ci-dessous illustrent les fonctions polynomiales à utiliser suivant que le module est à simple ou double masque.

Paramètres des fonctions polynomiales dans le cas de modules de type simple masque

Type de module	Intervalle de variation de la charge sur le seuil				Constante	Coefficient variable					
						X	X ²	X ³	X ⁴	X ⁵	
X1	21 cm	>	H_seuil	>	12 cm	-16,44063	4,65020981	-5,332E-01	3,078E-02	-8,933E-04	1,046E-05
	12 cm	>	H_seuil	>	4 cm	-0,81252	0,0552				
	4 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 1 l/s= 1 cm de largeur déversante					
XX1	33 cm	>	H_seuil	>	19 cm	-51,82358	9,4728463303	-6,867E-01	2,462E-02	-4,364E-04	3,063E-06
	19 cm	>	H_seuil	>	8 cm	-0,92325	0,0406975978				
	8 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 2 l/s= 1 cm de largeur déversante					
L1	61 cm	>	H_seuil	>	35 cm	-39,93924	3,9628395472	-1,567E-01	3,083E-03	-3,014E-05	1,175E-07
	35 cm	>	H_seuil	>	21 cm	-1,22851	0,0308145520				
	21 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 5 l/s= 1 cm de largeur déversante					
C1	97 cm	>	H_seuil	>	56 cm	-56,14858	3,5783528742	-9,084E-02	1,146E-03	-7,187E-06	1,794E-08
	56 cm	>	H_seuil	>	42 cm	-1,87524	0,0308077908				
	42 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 10 l/s= 1 cm de largeur déversante					
CC1	154 cm	>	H_seuil	>	89 cm	-48,24636	1,9092201377	-3,008E-02	2,354E-04	-9,146E-07	1,414E-09
	89 cm	>	H_seuil	>	84 cm	-8,09348	0,089253				
	84 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 20 l/s= 1 cm de largeur déversante					

Paramètres des fonctions polynomiales dans le cas de modules de type double masque

Type de module	Intervalle de variation de la charge sur le seuil				Constante	Coefficient variable			
						X	X ²	X ³	
X2	34 cm	>	H_seuil	>	23 cm	-0,48903487	0,01903987		
	23 cm	>	H_seuil	>	20 cm	0,60690846	-0,02867012		
	20 cm	>	H_seuil	>	15 cm	-0,39775219	0,02275219		
	15 cm	>	H_seuil	>	12 cm	52,4640807	-12,0563213	0,91467552	-0,02294793
	12 cm	>	H_seuil	>	4 cm	-0,80049351	0,05267411		
	4 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 1 l/s= 1 cm de largeur déversante			
XX2	52 cm	>	H_seuil	>	36 cm	-0,48631489	0,01223992		
	36 cm	>	H_seuil	>	30 cm	0,60281273	-0,01843079		
	30 cm	>	H_seuil	>	23 cm	-0,39450188	0,01462641		
	23 cm	>	H_seuil	>	19 cm	50,760349	-7,58339382	0,37393927	-0,00609659
	19 cm	>	H_seuil	>	8 cm	-0,92111755	0,04061089		
	8 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 2 l/s= 1 cm de largeur déversante			
L2	97 cm	>	H_seuil	>	66 cm	-0,48537335	0,00659073		
	66 cm	>	H_seuil	>	56 cm	0,60139498	-0,00992427		
	56 cm	>	H_seuil	>	43 cm	-0,39337677	0,00787576		
	43 cm	>	H_seuil	>	35 cm	50,1792209	-4,05244696	0,10801234	-0,00095181
	35 cm	>	H_seuil	>	21 cm	-1,21948517	0,03045189		
	21 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 5 l/s= 1 cm de largeur déversante			
C2	154 cm	>	H_seuil	>	105 cm	-0,4851	0,0041		
	105 cm	>	H_seuil	>	89 cm	0,6010	-0,0062		
	89 cm	>	H_seuil	>	69 cm	-0,3931	0,0049		
	69 cm	>	H_seuil	>	56 cm	50,032888	-2,53399294	0,04235539	-0,00023406
	56 cm	>	H_seuil	>	42 cm	-1,8696	0,0307		
	42 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 10 l/s= 1 cm largeur déversante			
CC2	244 cm	>	H_seuil	>	167 cm	-0,4874	0,0026		
	167 cm	>	H_seuil	>	141 cm	0,6045	-0,0039		
	141 cm	>	H_seuil	>	110 cm	-0,3958	0,0031		
	110 cm	>	H_seuil	>	89 cm	51,4581535	-1,63555379	0,01715995	-5,9532E-05
	89 cm	>	H_seuil	>	84 cm	-7,6783	0,0843		
	84 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 20 l/s= 1 cm largeur déversante			

3.3.2.2 Exemple de calcul de débit

Distributeur	Type module	Débit équipé	PEnom	Cote Seuil	Modules unitaires							
					Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb
G-3	L2	900 l/s	296,48	295,97	400	1	200	1	100	2	50	2

Exemple 1

La charge hydraulique sur le seuil correspondant au Plan d'eau nominal est de 51 cm (295,97-296,48)

Type de module	Intervalle de variation de la charge sur le seuil				Constante	Coefficient variable			
						X	X ²	X ³	
L2	56 cm	>	H_seuil	>	43 cm	-0,39337677	0,00787576		

On vérifie que le débit délivré correspond au débit nominal

$$Q = Q_{nom.} (1 + p)$$

$$P = 0,00787576 - 0,39337677 \times 51 = 0\%$$

Exemple 2

La charge hydraulique sur le seuil est 36 cm et seuls les modules de 100l/s (2) et 200 l/s (1) sont ouverts

Type de module	Intervalle de variation de la charge sur le seuil			Constante	Coefficient variable				
					X	X ²	X ³		
L2	43 cm	>	H_seuil	>	35 cm	50,1792209	-4,05244696	0,10801234	-0,00095181

$$Q \text{ délivré} = (2 \times 100 + 200) \cdot (1 + p)$$

$$P = 50,1792209 - 4,05244696 \times (36) + 0,10801234 \times (36)^2 - 0,00095181 \times (36)^3$$

$$P = -13\%$$

$$Q \text{ délivré} = 400 \times (1 - 0.13) = 347 \text{ l/s}$$

Exemple 3

La charge hydraulique sur le seuil est 20 cm et seuls les modules de 100l/s (2) et 200 l/s (1) sont ouverts

Type de module	Intervalle de variation de la charge sur le seuil			Constante	Coefficient variable				
					X	X ²	X ³		
L2	21 cm	>	H_seuil	>	0 cm	Calcul du débit par formule déversoir 5 l/s= 1 cm de largeur déversante			

$$Q \text{ délivré} = (2 \times 100 + 200) \cdot (1 + p)$$

$$Q \text{ nominal} = 400 \text{ l/s}$$

$$\text{Largeur déversante} = 400 / 5 = 80 \text{ cm}$$

Le débit est directement calculé par la formule de débit d'un déversoir à seuil large :

$$Q = 0,4 \cdot L_{\text{déversante}} \cdot (H_{\text{seuil}})^{3/2} \sqrt{2g}$$

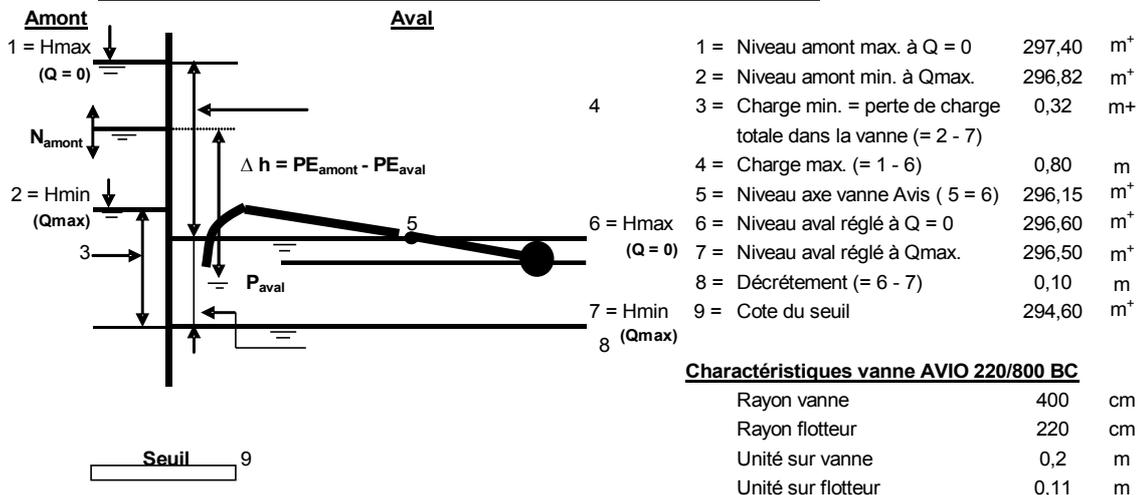
$$Q = 127 \text{ l/s} \quad p = -68\%$$

3.4 Ouvrage de type « vanne automatique AVIS/AVIO » : Estimation des débits instantanés délivrés.

3.4.1 Informations nécessaires

3.4.1.1 Données structurelles spécifiques :

Calage et Cotes des Vannes AVIO (2) en tête du Distributeur Grüber (Point B)



De l'ouvrage

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
1	Type de vanne	Abaques constructeur de réglage		Calcul débit
2	Largeur vanne (au radier)	Mètre	Indispensable	Calcul débit
3	Rayon vanne	Mètre	Calcul des débit sans abaque	
4	Rayon flotteur	Mètre		
5	Niveau axe vanne Avis	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
6	Cote du seuil	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit

De ses conditions de réglage et calage

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
7	PE aval réglé à Q = 0	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
8	PE aval réglé à Qmax.	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
9	PE amont max. à Q = 0	mètre (cote absolue ref ON)	Détermination des conditions limites de fonctionnement	
10	PE amont min. à Qmax	mètre (cote absolue ref ON)		

Les conditions limites de fonctionnement sont relative à la perte de charge Δh minimum et maximum (différence de niveau entre PE amont et PE aval).

$$\Delta h \text{ minimum} = (\text{PE amont min. à } Q_{\text{max}}) - (\text{PE aval réglé à } Q_{\text{max}}.)$$

$$\Delta h \text{ maximum} = (\text{PE amont max. à } Q = 0) - (\text{PE aval réglé à } Q = 0)$$

3.4.1.2 Données descriptives des conditions de fonctionnement observées de l'ouvrage (données variables descriptives des conditions d'exploitation du réseau)

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
11	Cote PE lue sur échelle amont	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
12	Cote PE lue sur échelle aval	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
13	Indicateur ouverture vanne	Index	Indispensable	Calcul débit
14a	Date	Jour	Indispensable	Calcul volume délivré
14b	Heure	Heure	Indispensable	Calcul volume délivré
14c	Minute	Minute	Indispensable	Calcul volume délivré

L'indicateur d'ouverture de la vanne (rotation par rapport à l'axe) permet lorsqu'on dispose de l'abaque d'en déduire directement et sans calcul la hauteur d'ouverture de la vanne.

3.4.2 Procédure d'estimation des débits instantanés transitant par un ouvrage de type vanne automatique AVIS/AVIO.

3.4.2.1 Formule générale de calcul du débit (Q)

Le débit d'une vanne AVIS/AVIO fonctionnant dans des conditions normales d'utilisation (perte de charge entre PE aval et amont minimum et maximum) est calculé à partir de l'équation générale

$$Q = \mu . H . L . \sqrt{2 . g . \Delta h}$$

Avec :

- Qp débit en m3/s
- μ coefficient spécifique de la vanne 0,88
- L largeur de la vanne au radier m
- H hauteur d'ouverture de la vanne m
- Δh différence de charge hydraulique entre l'amont et l'aval de la vanne
- g accélération de la pesanteur 9,81 m. s-2

Le principal problème est la détermination exacte de l'ouverture de la vanne qui, en l'absence d'un abaque constructeur, est souvent imprécise lorsque déduite du niveau du plan d'eau aval.

3.4.2.2 Données utilisées

Code	Type de données	Unités	Symbole
2	Largeur de la vanne	Mètre	L
11	PE amont	mètre (cote absolue ref ON)	PE_ amont
12	PE aval	mètre (cote absolue ref ON)	PE_ aval
13	Index ouverture		Index
En l'absence d'abaque			
7	PE aval Q=0	mètre (cote absolue ref ON)	PEHo
8	PE aval Q=Qmax	mètre (cote absolue ref ON)	PEHmax
5	Niveau axe vanne Avis	mètre (cote absolue ref ON)	Haxe
3	Rayon vanne	Mètre	Rv
4	Rayon flotteur	Mètre	Rf
6	Cote du seuil	mètre (cote absolue ref ON)	Cs

$$Q = 3.9LH\sqrt{Pe_ amont - Pe_ aval}$$

Avec

- Q débit en m3 par seconde
- L largeur de la vanne au radier
- PE_ amont Plan d'eau en amont de la vanne
- PE_ aval Plan d'eau en aval de la vanne
- H hauteur d'ouverture estimée à partir abaque constructeur
H=f(Index).

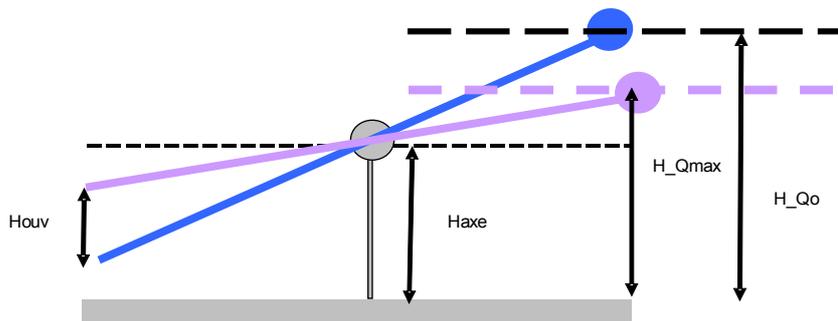
3.4.2.3 Estimation de la hauteur d'ouverture en l'absence d'abaque ;

Dans le cas où cette abaque n'est pas disponible il est possible d'estimer la hauteur d'ouverture à partir de la hauteur de l'axe de rotation de la vanne par rapport au radier, des plans d'eau aval pour $Q = 0$ et $Q = Q_{max}$, du plan d'eau aval mesuré et des caractéristiques des rayons de la vanne et du flotteur.

Les algorithmes de calcul dépendent du niveau de l'axe de rotation de la vanne par rapport aux niveaux avals correspondant à Q_{max} et $Q=0$

On pourra distinguer 3 cas :

Le PE aval correspondant au débit maximum est supérieur à la cote de l'axe de rotation :



Dans ce cas :

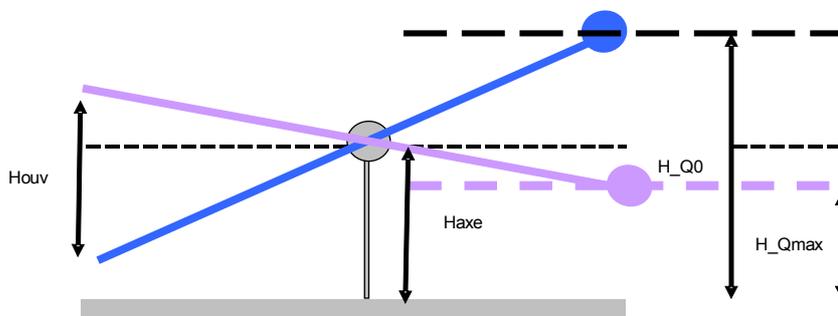
$$H_{ouv} = Rv[\cos(\beta_a)(\cos(\alpha) - 1) + \sin(\alpha) \sin(\beta_a)]$$

Avec

$$\beta_0 = Ar \cos\left(\frac{H_{axe} - H_{Q=0}}{R_f}\right)$$

$$\alpha = \beta_0 - Ar \cos\left(\frac{H_{axe} - h}{R_f}\right)$$

Le plan d'eau aval correspondant au débit nul est seul au dessus du niveau de l'axe de rotation de la vanne



Dans ce cas :

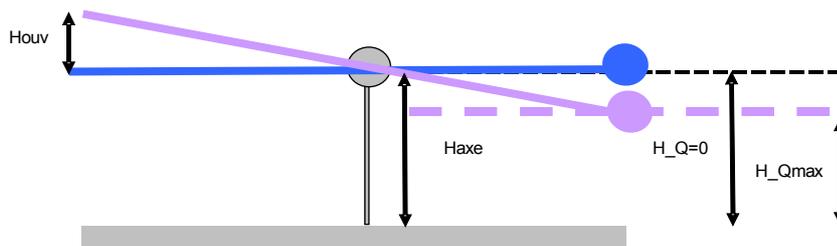
$$H_{ouv} = Rv[\cos(\beta_a)(\cos(\alpha) - 1) + \sin(\alpha) \sin(\beta_a)]$$

$$\beta_0 = \text{Arc cos}\left(\frac{H_{axe} - H_{Q=0}}{R_f}\right)$$

$$\alpha = \beta_0 + \text{Arc cos}\left(\frac{H_{axe} - h}{R_f}\right)$$

h plan d'eau mesuré en aval en aval

Le plan d'eau aval correspondant au débit nul est seul au même niveau que l'axe de rotation de la vanne



Dans ce cas

$$H_{Q=0} = H_{axe}$$

$$\text{Cos}(\alpha_0) = 0 \text{ et } \text{sin}(\alpha_0) = 1$$

$$H_{ouv} = R_v[\text{sin}(\alpha)]$$

$$\alpha = \text{Arc sin}\left(\frac{h}{D} \text{sin}(\alpha_{\max})\right)$$

$$\text{sin}(\alpha_{\max}) = \frac{D}{R_f}$$

h plan d'eau mesuré en aval en mètres

D décrement en mètres $H_{Q=0} - H_{Q_{\max}}$

3.5 Ouvrage de type « régulateur statique » : Estimation des débits instantanés délivrés.

3.5.1 Informations nécessaires

Un ouvrage de type « régulateur statique » a pour principal objectif de réguler le niveau du plan d'eau situé dans le bief amont.

Compte tenu de son mode de fonctionnement hydraulique (déversement libre de l'eau sur un seuil) il permet d'évaluer le débit transitant à son niveau et d'ainsi améliorer la connaissance du fonctionnement hydraulique du réseau.

On considérera ce type d'ouvrage d'une façon générale quelque en soit le type pourvu qu'il fonctionne comme un déversoir épais.

Les informations nécessaires à l'évaluation de ses conditions de fonctionnement comporte :

3.5.1.1 Données structurelles spécifiques :

De l'ouvrage

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
1	Type d'ouvrage	Déversoir		Calcul débit
2	Longueur déversante	Mètre	Indispensable	Calcul débit
3	Epaisseur du seuil déversant	Mètre	indispensable	Calcul débit
4	Cote du seuil	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
5	Cote 0 de l'échelle amont	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
6	Nb éléments de échelle amont	Eléments 1 m		Vérification
7	Diamètre bouchon	M	Indispensable	Calcul débit
8	Cote 0 de l'échelle aval	M (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
9	Nb éléments de échelle aval	Eléments 1 m		Vérification

Les informations N° 7, 8 et 9 sont indispensables lorsque le bouchon du déversoir est ouvert, ce qui est une pratique très fréquente à l'ON.

3.5.1.2 Données permettant d'estimer les conditions de fonctionnement de l'ouvrage

Code	Type de données	Unités	Importance	Objet
10	Cote PE lue sur échelle amont	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
11	Cote PE lue sur échelle aval	mètre (cote absolue ref ON)	Indispensable	Calcul débit
12a	Date	Jour	Indispensable	Calcul volume délivré
12b	Heure	Heure	Indispensable	Calcul volume délivré
12c	Minute	Minute	Indispensable	Calcul volume délivré

L'informations N° 11 sont indispensables lorsque le bouchon du déversoir est ouvert, ce qui est une pratique très fréquente à l'ON.

3.5.2 Procédure d'estimation des débits instantanés transitant par un ouvrage de type déversoir.

3.5.2.1 Formule générale

La formule générale ci dessous d'estimation des débits transitant par un déversoir :

$$Q = c.L_{déversante} (H_{seuil})^{3/2} \sqrt{2g}$$

Avec :

- H différence de niveau entre le plan d'eau en amont du seuil et le niveau du seuil en m
- L longueur de déversement du seuil en m
- g accélération de la pesanteur 9,81 m. s⁻²
- c coefficient spécifique au déversoir variant en fonction du rapport entre H et e la largeur du seuil en m
- Si H/e >2 c=0.4
- Si 2>H/e>0.66 c =0.0373(H/e)+0.3254
- H/e<0.66 c = 0.35

Dans le cas où le bouchon du seuil est ouvert il faudra ajouter le débit transitant par le bouchon en utilisant le formule de débit d'un déversoir noyé :

$$Q_{oi} = 0.65.(\pi \frac{D^2}{4}).\sqrt{2.g.\Delta h}$$

Avec :

- D diamètre de l'orifice m
- Δh différence de charge hydraulique entre l'amont et l'aval du seuil
- g accélération de la pesanteur 9,81 m. s-2

3.5.2.2 Procédure de calcul

On distinguera 2 procédures suivant que le bouchon de l'ouvrage est ouvert ou fermé

Cas 1 : bouchon fermé

Le tableau ci-dessous récapitule les données utilisées pour le calcul du débit.

Code	Type de données	Unités	Symbole
5	Cote 0 de l'échelle amont	m (cote absolue ref ON)	Ho_ amont
10	Cote PE lue sur échelle amont	m (cote relative)	H(i)_ amont
4	Cote du seuil	mètre (cote absolue ref ON)	H_ seuil
3	Epaisseur du seuil déversant	Mètre	E
2	Longueur déversante	Mètre	L

Etape 1 : Calcul de la charge hydraulique amont du seuil

$$H = Ho_{amont} + H(i)_{amont} - H_{seuil}$$

Etape 2 : Calcul du coefficient d'écoulement C

$$\alpha = \frac{H}{e}$$

- Si $\alpha > 2$ $c=0.4$
- Si $2 > \alpha > 0.66$ $c = 0.0373\alpha + 0.3254$
- Si $\alpha < 0.66$ $c = 0.35$

Etape 3 : Calcul du débit en m3/s

$$Q_{déversant} = 4,429.c.L.(H)^{3/2}$$

Cas 2 : bouchon ouvert

Code	Type de données	Unités	Symbole
5	Cote 0 de l'échelle amont	m (cote absolue ref ON)	Ho_ amont
10	Cote PE lue sur échelle amont	m (cote relative)	H(i)_ amont
4	Cote du seuil	mètre (cote absolue ref ON)	H_ seuil
3	Epaisseur du seuil déversant	Mètre	E
2	Longueur déversante	Mètre	L
7	Diamètre bouchon	Mètre	D
10	Cote 0 de l'échelle aval	mètre (cote absolue ref ON)	Ho_ aval
11	Cote PE lue sur échelle aval	mètre (cote relative)	H(i)_ aval

Etape 1 : calcul du débit déversant (idem) bouchon fermé

Etape 2 : calcul de la différence de charge entre l'amont et l'aval du déversoir

$$\Delta H = (Ho_{amont} + H(i)_{amont}) - (Ho_{aval} + H(i)_{aval})$$

Etape 3 : Calcul du débit transitant par le bouchon en m³/s

$$Q_{\text{bouchon}} = 2.26D^2L\sqrt{\Delta H}$$

Etape 4 : Calcul du débit total transitant en m³/s

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{déversant}} + Q_{\text{bouchon}} = 2.26D^2L\sqrt{\Delta H} + 4,429.c.L.(H)^{3/2}$$

3.6 Recommandations

3.6.1 Modules à masque : amélioration de l'évaluation des débits

Les débits des modules à masque en tête de partiteur sont souvent importants. On peut s'interroger sur la marge d'erreur qui est actuellement commise dans la mesure où actuellement le débit qui est estimé correspond au débit des modules ouverts (en faisant l'hypothèse que le PE amont permet ce débit).

Installer systématiquement des échelles de crue en amont de chaque module en tête de partiteur permettrait de préciser les débits délivrés et d'avoir des informations supplémentaires permettant de caractériser le service de l'eau.

3.6.2 Régulateurs statiques : évaluation de la fiabilité des données

Equiper d'échelle de crue, au moins en amont, les régulateurs statiques permettrait d'évaluer aisément le débit transitant au niveau de ces ouvrages. Ce type d'information devrait, en permettant d'évaluer en d'autre point du réseau que les têtes de partiteur ou distributeurs les volumes transités, d'améliorer la fiabilité des données en permettant la réalisation de bilan volumes pour un pas de temps supérieur au temps de réponse du réseau.

3.6.3 Vannes AVIS/AVIO : activités spécifiques

Il semble exister un certain « flou » quant à l'évaluation des débits transitant par les vannes automatiques, alors que, sur de nombreux secteurs, ce type d'ouvrage équipe la tête de distributeur. Une évaluation plus précise des débits en tête de distributeur permettrait de beaucoup mieux les performances de l'irrigation dans la mesure où en particulier les bilans volumiques pourront être bouclés une incertitude bien plus faible qu'actuellement.

Pour cela il serait impératif de vérifier les conditions d'utilisation de ces vannes, et en particulier comparer l'estimation des débits à partir de :

- l'utilisation des abaques constructeurs,
- l'estimation à partir des caractéristiques de la vanne
- quelques jaugeages de contrôle

3.7 Evaluation du fonctionnement des drains.

Le drainage est un problème récurrent à l'Office du Niger qui génère de plus en plus de contrainte tant au niveau de la mise en place de la culture (repiquage difficile dans zones de « bas-fonds » qu'en fin de campagne lors de la récolte. L'impossibilité de drainer les parcelles avant la récolte implique de moissonner dans l'eau. Outre les contraintes de main d'œuvre et de pénibilité du travail que cela implique, cela gé-

nère une augmentation notable des charges et un risque de diminution de la qualité de la récolte. Ces difficultés de drainage semblent, de l'avis général, largement liées à la surconsommation d'eau et l'état et aux caractéristiques du réseau de drainage principal

3.7.1 Limites de la mesure des débits dans les drains principaux

La mesure des débits dans les drains principaux se heurte à 2 contraintes :

1. le risque d'engorgement du drain en val du point de mesure rendant impossible d'associer un débit à une hauteur d'eau,
2. la faible valeur de la pente de la ligne d'eau au niveau du drain lorsqu'il est engorgé.

Pour palier à ce problème l'évaluation du débit nécessiterait de suivre un couple d'échelle de crue (échelle amont – échelle aval) qui permettrait d'évaluer la pente de la ligne d'eau et en fonction des caractéristiques du canal d'en déduire le débit. Compte tenu de la faiblesse de la pente de la ligne d'eau, les points de mesure (échelle de crue) permettant d'évaluer les différences de niveau amont et aval devront de ce fait être assez éloignées. Dans la pratique de tels sites sont très rares compte tenu des caractéristiques du réseau de drainage secondaire qui sont suivant la rive du drain principal issus de drains de partiteurs dépendant de distributeurs différents.

Plus que ces débits difficiles à évaluer et à rattacher à un système hydraulique, c'est avant tout la cote du plan d'eau dans le drain qui influence la capacité de drainage des arroseurs situés en amont.

De ce fait, plus qu'en terme de débit pour une cote donnée du drain, c'est en terme de surface dont la drainabilité affectée que le fonctionnement du drain pourrait être caractérisé.

3.7.2 Proposition pour suivre l'impact du niveau du plan d'eau dans les drains principaux sur la drainabilité des parcelles rizicoles

Un tel suivi suppose pour chaque drain principal une étude spécifique qui devra permettre :

- de définir sur ce drain des biefs limités en aval par une échelle de crue
- que sur chacun de ces biefs soit identifié l'ensemble des surfaces dont la drainabilité est nulle en fonction de la cote du plan d'eau mesuré sur l'échelle de crue. Pour faciliter la cohérence avec les informations du SIG le niveau d'échelle de surface unitaire le plus adapté pourrait être la surface alimentée en eau par un même arroseur)
- d'exploiter le SIG de telle sorte que pour un niveau du plan d'eau dans le drain on puisse automatiquement cartographier les surfaces affectées.

3.8 Synthèse

Le relevé des cotes en amont et si nécessaire en aval des ouvrages du réseau primaire, des distributeurs et des partiteurs alimentés en eau par un distributeur et/ou le réseau primaire, des drains permettra de disposer au pas de temps journalier :

- d'une évaluation du débit transitant au niveau de ces ouvrages et donc en conséquence des volumes d'eau transitant au cours d'une période données.
- du niveau du Plan d'eau au niveau des ouvrages du réseau primaire,
- du niveau du plan d'eau dans les différents biefs des distributeurs, biefs délimités par les régulateurs.
- du niveau du plan d'eau en amont des distributeurs
- d'une évaluation des surfaces dont la drainabilité est affectée.

4 Evaluation des volumes

4.1 Objectif de l'évaluation des volumes

L'objectif de l'évaluation des volumes transitant aux niveaux des ouvrages hydraulique est de pouvoir effectuer des bilans permettant de caractériser :

- les performances de l'exploitation du réseau :
 - o au niveau primaire : comparaison, pour un pas de temps donné supérieur au temps de réponse du système hydraulique considéré, des volumes entrant et sortant sur les différents biefs qui constituent le réseau primaire.
 - o au niveau distributeur : comparaison, pour un pas de temps donné, des volumes entrant en tête de distributeur à la somme des volumes entrant en tête des partiteurs et arroseurs indépendant qu'il alimente. Dans ce contexte, l'évaluation des débits transitant au niveau des ouvrages de régulation aura pour intérêt d'améliorer la précision de cette comparaison en permettant de réaliser ce bilan sur les différents biefs du distributeur.
- les performances de l'irrigation au niveau partiteur : comparaison des volumes délivrés en tête de partiteur aux besoins en eau des cultures. Cette comparaison est la seule qui est réalisée depuis quelques années sur la zone de N'Debougou et plus récemment en cours de généralisation sur celles de Niono et Macina.

Outre l'évaluation multi échelle des composantes des performances de la gestion de l'eau que permet cette approche, la réalisation systématique du bilan des volumes entrant et au niveau des distributeurs et de leurs différents biefs permettra d'identifier le cas échéants des incohérences et si nécessaire de développer une procédure de correction des données.

Il s'agira donc de généraliser à terme à l'ensemble de la zone Office du Niger les bilan-volumes et la comparaison des volumes délivrés en tête de partiteur aux besoins en eau des cultures.

4.2 Proposition d'une méthode d'évaluation des volumes délivrés par un ouvrage.

Le problème que pose l'évaluation des volumes délivrés par un ouvrage au cours d'une période donnée est lié au fait :

- que le débit évalué correspond à un échantillonnage non totalement aléatoire du débit au cours de cette période puisque bien souvent l'évaluation sera suivie d'un nouveau réglage de l'ouvrage par l'aiguadier.
- que pour faciliter les bilans il est nécessaire de ramener au pas de temps journalier les débits transitant par les ouvrages quelque soit la fréquence des observations ou des réglages (exemple réglage des vannes de régulation des distributeur à un pas de temps inférieur à la journée).
- qu'au cours de la période considérée (entre 2 observations) les lignes d'eau tant en amont qu'en aval de l'ouvrage vont varier et qu'en conséquence le débit va lui-même varier.

Pour prendre en compte cette variabilité il est proposé de baser le calcul des volumes transitant au niveau d'un ouvrage en prenant en compte un débit correspondant le débit moyen entre 2 observations en distinguant :

- les ouvrages sur lesquels il y a réglage vannes plates, modules à masque,
- les ouvrages sur lesquels aucun réglage n'est effectué : vanne automatique, régulateur fixe.

4.2.1 Cas des ouvrages faisant l'objet d'un réglage.

4.2.1.1 Cas des ouvrages de type module à masque

Estimation du débit moyen entre 2 observations.

On définira comme une observation OBS (j,h) les données correspondant au réglage (débit nominal utilisé Q_n) et aux conditions de fonctionnement (charge hydraulique sur le seuil $H(j,h)$ du module à masque au jour j et à l'heure $Th(h) + Th(mn)$ avant toute nouvelle intervention de réglage. Le réglage des modules considérés correspond dans ces conditions à celui qui, le cas échéant, aura été réalisé après l'observation précédente le jour précédent OBS (j-1,h) ou le même jour OBS (j,h') avec $h' < h$.

Au cours de la période s'étant écoulée entre ces 2 observations, l'estimation du débit moyen entre 2 relevés comprendra 3 étapes :

○ **Etape 1**

Conformément aux procédures de calcul du débit (cf. 3.3.2) on estimera le débit transitant lors de l'observation OBS (j,h), $Q_{\text{observé}}(j,h)$ (en l/s), en prenant en compte :

- la hauteur du plan d'eau en amont du module ou directement la charge hydraulique sur le seuil relevé $H(j,h)$
- le débit nominal ouvert lors du réglage $REG(j-1,h)$ ou $REG(j,h')$ réalisé postérieurement à la précédente observation $Q_{\text{nominal}}(j-1,h)$ ou $Q_{\text{nominal}}(j-1,h')$

○ **Etape 2**

Conformément aux procédures de calcul du débit (cf. 3.3.2) on simulera le débit $Q_{\text{simulé}}(j-1,h)$ ou $Q_{\text{simulé}}(j,h')$ (en l/s) transitant suite au réglage des modules $REG(j-1,h)$ ou $REG(j,h')$, en prenant en compte :

- la hauteur du plan d'eau en amont du module ou directement la charge hydraulique sur le seuil relevé $H(j-1,h)$ ou $H(j,h')$ respectivement relevé lors de l'observation OBS (j-1,h) ou OBS (j,h')
- le débit nominal ouvert lors du réglage $REG(j-1,h)$ ou $REG(j,h')$ réalisé postérieurement à la précédente observation $Q_{\text{nominal}}(j-1,h)$ ou $Q_{\text{nominal}}(j,h')$

○ **Etape 3**

On considèrera :

- Lorsque les 2 observations ont été réalisées 2 jours consécutifs, que le débit moyen $Q_{\text{moyen}}[(j-1,h)(j,h)]$ (en l/s) entre les observations OBS (j-1,h) et OBS (j,h) est la moyenne des débits ci-dessus calculés :

$$Q_{\text{moyen}}[(j-1,h)(j,h)] = \frac{Q_{\text{simulé}}(j-1,h) + Q_{\text{observé}}(j,h)}{2}$$

- Lorsque les 2 observations ont été réalisées le même jour, que le débit moyen $Q_{moyen}[(j, h')(j, h)]$ (en l/s) entre les observations OBS (j,h') et OBS (j,h) est la moyenne des débits des débits ci-dessus calculés :

$$Q_{moyen}[(j, h')(j, h)] = \frac{Q_{simulé}(j, h') + Q_{observé}(j, h)}{2}$$

Estimation du volume journalier délivré par un ouvrage de type module à masque

Quelque soit le nombre d'observations réalisé au cours du jour i, on considérera :

- L'ultime observation et réglage réalisés au cours du jour i-1
- L'ensemble des n observations et réglages réalisés au cours du jour i
- La première observation réalisée au cours du jour i+1

Le calcul du volume journalier délivré par l'ouvrage comprendra 3 étapes :

o Etape 1

Calcul du débit moyen de l'ouvrage entre la dernière observation et le dernier réglage réalisés au jour i-1 et la première observation réalisée au jour i

$$Q_{moyen}[(j-1, h_n)(j, h_1)] = \frac{Q_{simulé}(j-1, h_n) + Q_{observé}(j, h_1)}{2}$$

Calcul des n-1 débits moyens de l'ouvrage entre 2 observations et réglages consécutifs réalisés au cours du jour i

$$Q_{moyen}[(j, h_i)(j, h_{i+1})] = \frac{Q_{simulé}(j, h_i) + Q_{observé}(j, h_{i+1})}{2}$$

Calcul du débit moyen de l'ouvrage entre la dernière observation et le dernier réglage réalisés au jour i et la première observation réalisée au jour i +1

$$Q_{moyen}[(j, h_n)(j+1, h_1)] = \frac{Q_{simulé}(j, h_n) + Q_{observé}(j+1, h_1)}{2}$$

o Etape 2

Calcul des durées en seconde $DUR|Q_{moyen}[(j, h_i)(j, h_{i+1})]$ correspondant aux débits moyens de l'ouvrage au cours du jour i

$$DUR|Q_{moyen}[(j-1, h_i)(j, h_1)] = 3600.Th(h_1) + 60.Tmn(h_1)$$

$$DUR|Q_{moyen}[(j, h_i)(j, h_{i+1})] = 3600.(Th(h_{i+1}) - Th(h_i)) + 60.(Tmn(h_{i+1}) - Tmn(h_i))$$

$$DUR|Q_{moyen}[(j-1, h_i)(j, h_1)] = 86400 - (3600.Th(h_n) + 60.Tmn(h_n))$$

○ **Etape 3**

Calcul du volume délivré par l'ouvrage $Vol(j)$ en m³/jour au cours du jour j

$$Vol(j) = (A + B + C) / 1000$$

$$A = (3600.Th(h_1) + 60.Tmn(h_1)).Q_{moyen}[(j-1, h_i)(j, h_1)]$$

$$B = \sum_{i=1}^{j-1} (3600.(Th(h_{i+1}) - Th(h_i)) + 60.(Tmn(h_{i+1}) - Tmn(h_i))).Q_{moyen}[(j, h_i)(j, h_{i+1})]$$

$$C = (86400 - (3600.Th(h_n) + 60.Tmn(h_n))).Q_{moyen}[(j-1, h_i)(j, h_1)]$$

Exemple de calcul du volume journalier délivré par un ouvrage de type module à masque

On considère un module à masque de type L2 pour lequel :

Au cours du jour i-1

Observation à 10 h

Distributeur	Type module	Débit équipé	PE	Cote Seuil	Vannettes ouvertes										
					Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb			
G-3	L2	900 l/s	296,48	295,97	400	1	200	1	100	0	50	0	Débit nominal utilisé l/s		600 l/s

Réglage à 10 h

Distributeur	Type module	Débit équipé	PE	Cote Seuil	Vannettes ouvertes										
					Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb			
G-3	L2	900 l/s	296,48	295,97	400	1	200	1	100	1	50	0	Débit nominal utilisé l/s		700 l/s

Au cours du jour i

Observation à 8 h 15

Distributeur	Type module	Débit équipé	PE	Cote Seuil	Vannettes ouvertes										
					Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb			
G-3	L2	900 l/s	296,33	295,97	400	1	200	1	100	2	50	2	Débit nominal utilisé l/s		700 l/s

Réglage à 8 h 15

Distributeur	Type module	Débit équipé	PE	Cote Seuil	Vannettes ouvertes										
					Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb			
G-3	L2	900 l/s	296,33	295,97	400	1	200	1	100	2	50	2	Débit nominal utilisé l/s		900 l/s

Au cours du jour i+1

Observation à 16 h 30

Distributeur	Type module	Débit équipé	PE	Cote Seuil	Vannettes ouvertes										
					Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb			
G-3	L2	900 l/s	296,17	295,97	400	1	200	1	100	2	50	2	Débit nominal utilisé l/s		900 l/s

Réglage à 16 h 30

Distributeur	Type module	Débit équipé	PE	Cote Seuil	Vannettes ouvertes							
					Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb	Débit l/s	Nb
G-3	L2	900 l/s	296,17	295,97	400	1	200	1	100	2	50	2
Débit nominal utilisé l/s											900 l/s	

- Etape 1a Calcul des débits observé et simulés (cf.exemple évaluation débit module à masque ref 3.3.2.1)
 - Calcul $Q_{simulé}(j - 1,10h00mn)$ après réglage
 - Cote sur le seuil (PE-cote seuil) 51cm
 - Débit nominal utilisé : 700 l/s
 - P = 0%
 - Débit délivré 700 l/s
 - Calcul $Q_{observé}(j,08h15mn)$
 - Cote sur le seuil (PE-cote seuil) 36cm
 - Débit nominal utilisé : 700 l/s
 - P = -13%
 - Débit délivré 609 l/s
 - Calcul $Q_{simulé}(j,08h15mn)$ après réglage
 - Cote sur le seuil (PE-cote seuil) 36cm
 - Débit nominal utilisé : 900 l/s
 - P = -13%
 - Débit délivré 703 l/s
 - Calcul $Q_{observé}(j + 1,16h30mn)$
 - Cote sur le seuil (PE-cote seuil) 20cm
 - Débit nominal utilisé : 900 l/s
 - P = -68%
 - Débit délivré 286 l/s

- Etape 1b Calcul des débits moyens entre 2 observations

$$Q_{moyen}[(j - 1,10 : 00)(j,08 : 15)] = \frac{Q_{simulé}(j - 1,10 : 00) + Q_{observé}(j,08 : 15)}{2} = 654 l/s$$

$$Q_{moyen}[(j,08 : 15)(j + 1,16 : 30)] = \frac{Q_{simulé}(j,08 : 15) + Q_{observé}(j + 1,16 : 30)}{2} = 447 l/s$$

- Etape 2 Calcul des durées au cours du jour i correspondant aux débits moyens

$$DUR[Q_{moyen}[(j - 1,10 : 00)(j,8 : 15)]] = 3600 * 8 + 60 * 15 = 29700 \text{ sec}$$

$$DUR[Q_{moyen}[(j,10 : 00)(j + 1,16 : 30)]] = 86400 - (3600 * 8 + 60 * 15) = 56700 \text{ sec}$$

- Etape 3 Calcul du volume délivré par l'ouvrage $Vol(j)$ en m³/jour au cours du jour j

$$Vol(j) = \frac{654 * 29700 + 447 * 56700}{1000} = 38653 m^3$$

On remarquera que si on avait considéré que le débit est le débit nominal le débit aurait été dans ce cas de l'ordre du double 77000m³

4.2.1.2 Cas des ouvrages de type « vanne plate ».

La procédure générale de calcul sera identique à celle utilisée pour le module à masque à ceci près qu'on prendra en compte le réglage de la vanne et les variations des plans d'eau amont et aval.

Estimation du débit moyen entre 2 observations.

On définira comme une observation OBS (j,h) les données correspondant au réglage de la vanne (nombre de dents) et aux conditions de fonctionnement (plan d'eau amont et aval) au jour j et à l'heure Th(h) + Th(mn) avant toute nouvelle intervention de réglage. Le réglage des modules considérés correspond dans ces conditions à celui qui, le cas échéant, aura été réalisé après l'observation précédente le jour précédent OBS (j-1,h) ou le même jour OBS (j,h') avec h'<h.

Au cours de la période s'étant écoulée entre ces 2 observations, l'estimation du débit moyen entre 2 relevés comprendra 3 étapes :

○ Etape 1

Conformément aux procédures de calcul du débit (cf.3.2) on estimera le débit transitant lors de l'observation OBS (j,h), $Q_{\text{observé}}(j,h)$ (en l/s), en prenant en compte :

- la hauteur du plan d'eau en amont et en aval de l'ouvrage
- le réglage de la vanne exprimé en nombre de dents lors du réglage REG(j-1,h) ou REG (j,h') réalisé postérieurement à la précédente observation.

○ Etape 2

Conformément aux procédures de calcul du débit (cf. 3.3.2) on simulera le débit $Q_{\text{simulé}}(j-1,h)$ ou $Q_{\text{simulé}}(j,h')$ (en l/s) transitant suite au réglage de la ou des vannes REG(j-1,h) ou REG (j,h'), en prenant en compte :

- Les plans d'eau amont et aval H respectivement relevés lors de l'observation OBS (j-1,h) ou OBS (j,h')
- le réglage REG(j-1,h) ou REG (j,h') réalisé postérieurement à la précédente observation OBS (j-1,h) ou OBS (j,h').
-

○ Etape 3

On considèrera :

- Lorsque les 2 observations ont été réalisées 2 jours consécutifs, que le débit moyen $Q_{\text{moyen}}[(j-1,h)(j,h)]$ (en l/s) entre les observations OBS (j-1,h) et OBS (j,h) est la moyenne des débits ci-dessus calculés :

$$Q_{\text{moyen}}[(j-1,h)(j,h)] = \frac{Q_{\text{simulé}}(j-1,h) + Q_{\text{observé}}(j,h)}{2}$$

- Lorsque les 2 observations ont été réalisées le même jour, que le débit moyen $Q_{\text{moyen}}[(j,h')(j,h)]$ (en l/s) entre les observations OBS (j,h') et OBS (j,h) est la moyenne des débits des débits ci-dessus calculés :

$$Q_{\text{moyen}}[(j,h')(j,h)] = \frac{Q_{\text{simulé}}(j,h') + Q_{\text{observé}}(j,h)}{2}$$

Estimation du volume journalier délivré par un ouvrage de type vanne plate

Quelque soit le nombre d'observations réalisé au cours du jour i, on considérera :

- L'ultime observation et réglage réalisés au cours du jour i-1
 - L'ensemble des n observations et réglages réalisés au cours du jour i
 - La première observation réalisée au cours du jour i+1
- La procédure de calcul sera identique à celle utilisée dans le cas d'un module à masque (cf.4.2.1.1)

Exemple de calcul du volume journalier délivré par un ouvrage de type vanne plate.

On considérera à titre d'exemple une vanne plate faisant l'objet de 3 Observations et réglages quotidiens.

Caractéristiques de la vanne plates

La rg eu r de l'o rifi ce re ct an gu lai re de la van ne	H au te ur d' un e de nt	N o m br e de de nt s vi si bl es lor sq ue la van ne es t fer m ée	No m br e de po rte s
0. 8 m	0. 8 c m	3	1

Observations et réglages effectués.

jour	heure	Type intervention	PE amont (m)	PE aval (m)	Nombre de dents visibles
J-1	18 :00	Réglage	296,2	296,05	45
J	6 :00	observation	296,15	295,9	45
	6 :00	Réglage	296,15	295,9	35
	12 :00	observation	296,14	295,9	35
	12 :00	Réglage	296,14	295,9	36
	18 :00	observation	296,12	295,8	36
	18 :00	Réglage	296,12	295,8	30
J+1	6 :00	observation	296,2	295,95	30

Estimation de débits observés et simulés (cf. 332)

Jour	Heure	Type de débit	PE amont (m)	PE aval (m)	Nombre de dents visibles	Débit m ³ /s
J-1	18 :00	Simulé	296,2	296,05	45	0,3
J	6 :00	Observé	296,15	295,9	45	0,39
	6 :00	Simulé	296,15	295,9	35	0,3
	12 :00	Observé	296,14	295,9	35	0,29
	12 :00	Simulé	296,14	295,9	36	0,3
	18 :00	Observé	296,12	295,8	36	0,35
	18 :00	Simulé	296,12	295,8	30	0,28
J+1	6 :00	Observé	296,2	295,95	30	0,25

Calcul des débits moyens entre 2 observations

$$Q_{moyen}[(j-1,18:00)(j,06:00)] = \frac{Q_{simulé}(j-1,18:00) + Q_{observé}(j,06:00)}{2} = 0.345m^3/s$$

$$Q_{moyen}[(j,06:00)(j,12:00)] = \frac{Q_{simulé}(j,06:00) + Q_{observé}(j,12:00)}{2} = 0.295m^3/s$$

$$Q_{moyen}[(j,12:00)(j,18:00)] = \frac{Q_{simulé}(j,12:00) + Q_{observé}(j,18:00)}{2} = 0.325m^3/s$$

$$Q_{moyen}[(j,18:00)(j+1,06:00)] = \frac{Q_{simulé}(j,18:00) + Q_{observé}(j+1,06:00)}{2} = 0.265m^3/s$$

Calcul des durées représentatives des différents débits moyens au cours du jour J

$$DUR(Q_{moyen}[(j-1,18:00)(j,06:00)]) = 6*3600+0*60 = 21600$$

$$DUR(Q_{moyen}[(j,06:00)(j,12:00)]) = (12-6)*3600+(0-0)*60 = 21600$$

$$DUR(Q_{moyen}[(j,12:00)(j,18:00)]) = (18-12)*3600+(0-0)*60 = 21600$$

$$DUR(Q_{moyen}[(j,18:00)(j+1,06:00)]) = 86400-(18*3600+(0)*60) = 21600$$

Calcul du volume délivré au cours du jour J

$$(0.345m^3/s * 21600) + (0.295m^3/s * 21600) + (0.325m^3/s * 21600) + (0.265m^3/s * 21600) = 26568m^3/j$$

4.2.2 Cas des ouvrages ne faisant pas l'objet d'un réglage.(vanne automatique AVIS/AVIO, régulateur statique)

Le processus de calcul des volumes est dans ce cas simplifié dans la mesure où on n'a à tenir compte que des débits observés.

4.2.2.1 Estimation du débit moyen entre 2 observations.

Lorsque les 2 observations ont été réalisées 2 jours consécutifs, que le débit moyen $Q_{moyen}[(j-1,h)(j,h)]$ (en l/s) entre les observations OBS (j-1,h) et OBS (j,h) est la moyenne des débits calculés pour le type d'ouvrage considéré:

$$Q_{moyen}[(j-1, h)(j, h)] = \frac{Q_{observé}(j-1, h) + Q_{observé}(j, h)}{2}$$

Lorsque les 2 observations ont été réalisées le même jour, que le débit moyen $Q_{moyen}[(j, h')(j, h)]$ (en l/s) entre les observations OBS (j,h') et OBS (j,h) est la moyenne des débits calculés pour le type d'ouvrage considéré:

$$Q_{moyen}[(j, h')(j, h)] = \frac{Q_{observé}(j, h') + Q_{observé}(j, h)}{2}$$

4.2.2.2 Estimation du volume journalier délivré par l'ouvrage

La procédure de calcul, basée sur les débits moyens entre 2 observations, sera identique à celle utilisée dans le cas d'ouvrage faisant l'objet de réglage.

Quelque soit le nombre d'observations réalisé au cours du jour i, on considérera :

- L'ultime observation et réglage réalisés au cours du jour i-1
- L'ensemble des n observations et réglages réalisés au cours du jour i
- La première observation réalisée au cours du jour i+1

Le volume moyen délivré au pas de temps journalier Vol(j) sera calculé par l'équation suivante :

$$Vol(j) = (A + B + C) / 1000$$

Avec :

$$A = (3600.Th(h_1) + 60.Tmn(h_1)).Q_{moyen}[(j-1, h_1)(j, h_1)]$$

$$B = \sum_{i=1}^{i=n-1} (3600.(Th(h_{i+1}) - Th(h_i)) + 60.(Tmn(h_{i+1}) - Tmn(h_i))).Q_{moyen}[(j, h_i)(j, h_{i+1})]$$

$$C = (86400 - (3600.Th(h_n) + 60.Tmn(h_n))).Q_{moyen}[(j-1, h_n)(j, h_n)]$$

5 Indicateurs de suivi

5.1 Types et Finalité des Indicateurs de suivi.

La finalité des Indicateurs de suivi est à la fois :

- de permettre un suivi et une évaluation des pratiques de la gestion de l'eau et des performances de l'exploitation des réseaux aux différentes échelles du système hydraulique,
- sur la base d'une analyse interannuelle de l'évolution de ces indicateurs de construire des normes pratiques de gestion tant en terme de stratégie de gestion de l'eau que de pilotage (cf. « pilotage »).

A cette fin à ces différents niveaux d'échelle 5 familles d'indicateurs sont proposés :

Type 1 : Indicateurs basés sur le rapports entre volume d'eau délivré et surface aménagées ou cultivées

Type 2 : Indicateurs basés sur l'évaluation de l'adéquation entre volume d'eau d'irrigation délivré additionné des pluies et besoins en eau des cultures.

Type 3 : Indicateurs basés sur le bilan d'eau au niveau de l'unité hydraulique pour en évaluer l'efficacité de distribution et transport

Type 4 : Indicateurs basés sur le suivi des PE permettant d'évaluer la qualité du service de l'eau

Type 5 : Indicateurs permettant d'évaluer en fonction de la cote du plan d'eau dans les drains les surfaces dont la drainabilité est affectée.

Le tableau ci-dessous illustre suivant le niveau d'échelle dans l'aménagement les types d'indicateurs utilisables et le pas de temps minimum de leur évaluation.

Niveau d'échelle	Famille d'indicateur				
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Arroseur					
Partiteur	7 jours mois campagne	7 jours mois campagne		jours	jours
Distributeur			7 jours mois campagne		
Réseau primaire			mois campagne	jours consécutifs	

5.2 Indicateurs de suivi de la gestion de l'eau au niveau d'un partiteur.

Le suivi journalier des plans d'eau au niveau des ouvrages au pas de temps journalier et le calcul des débits transitant au niveau de ces mêmes ouvrages permet de calculer 6 indicateurs de suivi de la gestion de l'eau au niveau d'un partiteur qu'il sera possible de calculer au pas de temps 7, 15, mensuel et de la campagne :

1. Consommation en eau par hectare cultivé au cours de la campagne d'hivernage et de contre-saison
2. Débit continu délivré par hectare aménagé au cours de la campagne d'hivernage et de contre-saison
3. Performance de l'irrigation basée sur l'estimation du rapport A/B ratio entre les apports (irrigation et pluie) et les besoins en eau de la culture
4. Performance de l'irrigation basée sur l'évaluation de l'efficacité globale de l'irrigation au niveau du système partiteur arroseur
5. Contrainte d'accès à l'eau liée à la qualité du service de l'eau au niveau du distributeur
6. Drainabilité des surfaces irriguées par le partiteur

5.2.1 Indicateurs basés sur le rapports entre volume d'eau délivré et surface aménagée ou cultivée

5.2.1.1 Indicateur de consommations en eau par hectare cultivé.

Définition de l'indicateur

Cet indicateur consiste à calculer la consommation en eau par ha cultivé. Cette estimation est réalisée au niveau « partiteur ». Le calcul de cet indicateur par campagne est réalisé sur certain secteur comme N'Debougou depuis 2000 et est en voie de diffusion sur d'autres secteurs comme Niono et Macina.

$$IND_{Consommation} (m3 / ha) = \frac{\sum_1^n Vol(j)(m3)}{Surface_cultivée(ha)}$$

Avec

- $Vol(j)$ volume journalier de la consommation en eau mesurée en tête de partiteur issu du suivi du débit des ouvrages.
- n durée de la période en jours (hivernage ou contre saison)

Surface_cultivée (ha) surface cultivée au cours de la période considérée. Cette donnée issue de la facturation de l'eau au pas de temps de la campagne.

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

Intérêt de cet indicateur calculé au pas de temps de la campagne

Cet indicateur permet entre autre de suivre les objectifs de consommations en eau des cultures fixés par le contrat plan qui est de 14 000 m³/ha cultivé quelque soit la campagne de culture (hivernage ou contre saison)

Limites au calcul de cet indicateur

L'intérêt de cet indicateur est que sa détermination pour l'hivernage et la contre saison ne nécessite pas de connaître le calendrier cultural.

Si on veut le calculer au pas de temps mensuel ou hebdomadaire il sera nécessaire de connaître précisément les surfaces cultivées pendant cette période dans la mesure où :

- en fin et début de cycle particulièrement la surface irriguée est bien différente de la surface cultivée au cours de la campagne (nécessité de prendre en compte le calendrier cultural),
- en milieu de cycle en hivernage la valeur de l'indicateur sera très lié à la pluviométrie sans que sa valeur permette d'évaluer la qualité de la gestion de l'eau.

On notera qu'au niveau partiteur cet indicateur ne permet pas en contre saison de faire la différence entre consommation en eau du riz et du maraîchage.

5.2.1.2 Indicateur de débit continu délivré par hectare aménagé au cours de la campagne d'hivernage et de contre-saison.

Définition de l'indicateur

Cet indicateur consiste à calculer le débit continu délivré par hectare aménagé pour un pas de temps supérieur ou égal à 7 jours (tour d'eau minimum). Cette estimation est réalisée au niveau « partiteur ».

$$IND_{\text{débit_Consommation}} (l / s / ha_{\text{aménagé}}) = \frac{\sum_1^n Vol(j)(m^3)}{Surface_aménagée(ha)} \cdot \frac{1000}{86400}$$

Avec

- $Vol(j)$ volume journalier de la consommation en eau mesurée en tête de distributeur issu du suivi du débit des ouvrages.
- n durée du pas de temps de calcul en jours
- $Surface_aménagée (ha)$ surface aménagée ha.

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

Intérêt de cet indicateur.

Cet indicateur permet de calculer un débit continu délivré par hectare aménagé qui est comparable à une demande en eau d'irrigation (cf. pilotage théorique) calculée en tenant compte des surfaces cultivées au cours de la période et de leur débit spécifique compte tenu de leur stade et ramenée à la surface aménagée.

$$IND_{\text{débit_Consommation}} (l/s/ha_{\text{aménagé}}) \approx \frac{\sum_1^K S_i \cdot a_i}{\text{Surface_aménagée}(ha)} \cdot \frac{1}{eff}$$

Avec

- S_i surface de la culture au stade K
- a_i besoins en eau spécifique de la culture correspondant au stade K
- eff efficacité globale conjuguée de l'irrigation au niveau du distributeur et des arroseurs
- K nombre de stade de la culture sur le distributeur

Le calcul de cet indicateur ne nécessite pas de connaître précisément le calendrier agricole.

Faute d'information sur le calendrier cultural, l'analyse interannuelle de la variabilité de cet indicateur permet de construire une stratégie d'exploitation du réseau basée sur l'expérience (typologie des campagnes) : évolution de l'indicateur en début et fin de la campagne d'hivernage et la campagne de contre-saison.

On notera que cet indicateur permet de valider l'exactitude des calculs de débits dans la mesure où sa valeur ne peut être supérieure au débit d'équipement.

Le tableau ci-dessous donne un exemple de ce type de test réalisé à partir des données de Boloni (saison des pluies 2000) (en jaune données erronées)

Année	2001										Boloni	
Partiteur	B1	B2	B3	B4	B5	B6	BE	B7	B8	B9	B10	Total
Surface ha	602,29	526,4	500,93	373,43	421,02	531,13	714,08	490,9	585,2	69,2	32,8	4847,38
Mai 15 - 31	0,24	0,33	0,94	0,40	0,50	0,36	0,74	0,27	0,20	0,69	3,76	0,47
Juin	0,71	0,65	0,81	0,36	0,86	0,44	0,72	0,35	0,21	1,09	2,59	0,59
Juillet	0,96	1,06	1,19	0,91	1,24	1,20	1,01	0,74	0,89	1,81	3,52	1,05
Août	1,07	1,05	1,48	1,09	0,45	0,39	1,11	1,35	1,11	5,66	7,19	1,13
Septembre	0,65	0,95	1,54	1,08	0,85	0,77	1,07	1,07	0,69	2,00	4,20	0,99
Octobre	0,26	0,55	0,94	0,69	0,57	0,43	0,63	0,51	0,49	0,54	1,08	0,56
Novembre	0,29	0,39	0,35	0,39	0,33	0,13	0,23	0,09	0,09	0,04	0,08	0,24
Décembre	0,54	0,61	0,37	0,40	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
Volume/ha (m3/ha)	12 909	14 304	14 766	14 706	12 218	13 845	12 028	13 023	12 767	12 736	21 448	

L'objectif est que cet indicateur au pas de temps hebdomadaire soit aussi proche que possible de la valeur du débit calculé par le produit des surfaces des cultures à un stade donné et de leur débit spécifique auquel on soustraira l'apport pluviométrique.

Limite de l'indicateur en période de forte pluviométrie

En période pluvieuse la valeur prise par cet indicateur sera très lié à la pluie et de ce fait il y aura de grande chance que sa relation avec la demande en eau sera très peu significative..

5.2.2 Indicateurs basés sur l'évaluation de l'adéquation entre volume d'eau d'irrigation délivré additionné des pluies et besoins en eau des cultures

5.2.2.1 L'estimation des performances de l'irrigation en utilisation le rapport A/B ratio entre les apports (irrigation et pluie) et les besoins en eau de la culture.

Définition de l'indicateur

Cet indicateur consiste à évaluer la bonne adéquation entre les apports (irrigations et pluies) et les besoins en eau d'irrigation à la parcelle.

$$IND_{A/B} = \frac{\sum_1^n (Vol(j)(m3) + Pj(mm) \cdot (Surface_cultivée(ha)(j)) \cdot 10)}{\sum_i^n Bj(Surface_cultivée(ha)(j))}$$

Avec

- $Vol(j)$ volume journalier de la consommation en eau mesurée en tête de distributeur issu du suivi du débit des ouvrages.
- n durée en jour de la période de calcul
- $Surface_cultivée(ha)(J)$ surface cultivée au jour j en ha
- $B(J)$ besoins en eau au jour j en m³/ha
- $Pj(mm)$ Pluviométrie au jour (J) en mm

On notera que ce ne sont pas les besoins en eau à la parcelle intégrant la pluviométrie efficace interannuelle qui doivent être utilisés mais les besoins en eau d'irrigation calculés sans tenir compte de la pluviométrie.

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

Intérêt de l'indicateur

Cet indicateur permet d'illustrer beaucoup plus précisément les pratiques de gestion de l'eau que la seule évaluation des apports en m³ /ha. Il intègre en effet :

- L'apport de la pluviométrie qui devrait réduire d'autant les besoins en eau d'irrigation de la culture,
- La comparaison entre besoins en eau d'irrigation et apports

Il permet de s'assurer que les besoins en eau de la culture sont satisfaits

On notera qu'il est déjà utilisé à l'Office du Niger

L'objectif est que cet indicateur soit proche de 1,25

Limite de l'indicateur

Les principaux problèmes que pose son calcul systématique concernent :

- la prise en compte d'une pluie efficace pour tenir compte de son hétérogénéité spatiale bien connue dans les zones à faible pluviométrie telle que l'Office du Niger. On devrait en toute logique ne pas retenir plus de 80% de la pluie brute.
- quelque soit le pas de temps, la prise en compte du calendrier cultural pour estimer les besoins en eau d'irrigation des surfaces cultivées
- la prise en compte du calendrier cultural pour estimer l'apport pluviométrique qui ne s'applique que sur la surface cultivée.
- Son interprétation en période pluvieuse et sa relation avec un indicateur de performance généralement utilisé tel que l'efficacité globale de l'irrigation.

$$IND_{A/B} = \frac{1}{eff + \frac{P}{A}} + \frac{P}{B}$$

5.2.2.2 L'estimation des performances de l'irrigation en utilisation l'évaluation de l'efficience globale de l'irrigation au niveau du système partiteur arroseur.

Définition de l'indicateur

Cet indicateur consiste à évaluer le pourcentage de l'eau amenée en tête de distributeur qui a été effectivement utilisée par la culture..

$$IND_{EFF} = \frac{\sum_i^n Bj(Surface_cultivée(ha)(j)) - \sum_i^n Pj(mm).(Surface_cultivée(ha)(j)).10}{\sum_1^n (Vol(j)(m3))}$$

Avec

- $Vol(j)$ volume journalier de la consommation en eau mesurée en tête de distributeur issu du suivi du débit des ouvrages.
- n durée en jour de la période de calcul
- $Surface_cultivée(ha)(J)$ surface cultivée au jour j en ha
- $B(J)$ besoins en eau au jour j en m³/ha
- $Pj(mm)$ Pluviométrie au jour (J) en mm

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

Intérêt de l'indicateur

Cet indicateur permet de quantifier les performances des pratiques de gestion de l'eau au niveau du distributeur dans la mesure où il permet :

- d'évaluer le % du volume d'eau entré en tête d'arroseur qui est effectivement utilisé par la culture,
- d'évaluer les pertes en volume au cours de la période.

L'objectif est que cet indicateur soit proche de 80%.

Limite de l'indicateur

Les problèmes que pose son calcul systématique sont les mêmes que pour l' $IND_{A/B}$:

- la prise en compte d'une pluie efficace pour tenir compte de son hétérogénéité spatiale bien connue dans les zones à faible pluviométrie telle que l'Office du Niger. On devrait en toute logique ne pas retenir plus de 80% de la pluie brute.
- quelque soit le pas de temps, la prise en compte du calendrier cultural pour estimer les besoins en eau d'irrigation des surfaces cultivées
- la prise en compte du calendrier cultural pour estimer l'apport pluviométrique qui ne s'applique que sur la surface cultivée.

5.2.3 Indicateur basé sur le suivi des PE en amont de l'ouvrage de prise du partiteur permettant d'évaluer les contraintes d'accès à l'eau liées à la qualité du service de l'eau au niveau du distributeur

Définition de l'indicateur

Cet indicateur a pour objet de caractériser les contraintes d'accès à l'eau en tête de partiteur en calculant au cours d'une période donnée le nombre de jours pour lesquels le plan d'eau en amont de la prise de tête du distributeur est inférieure à la cote minimum de fonctionnement.

Ce nombre de jours sera exprimé en % de la durée de la période considérée.

$$IND_{AE_{partiteur}} = \frac{(n-i)}{n} \cdot 100$$

Avec

- i nombre de jours pour lesquels le plan d'eau en amont de la prise de tête du distributeur est inférieure à la cote minimum de fonctionnement.
- n durée de la période considérée en jours

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

Intérêt de l'indicateur

Cet indicateur permet d'identifier dans quelle mesure une crise de l'eau constatée au niveau du partiteur au cours d'une période (valeur de $IND_{A/B}$ faible et IND_{EFF} élevé) est imputable à un service de l'eau déficient au niveau du distributeur (valeur de $IND_{AE_{partiteur}}$ faible). L'objectif à rechercher est que cet indicateur soit proche de 100%.

Il est particulièrement pertinent pour des pas de temps inférieures ou égales au mois pour identifier des périodes passagères de crise de l'eau (à priori la crise est non continue au cours de l'ensemble de la campagne).

Limite de l'indicateur

Disponibilité des données en tête de partiteur spécialement dans le cas des modules à masques jusqu'ici non équipés d'échelles de crues en amont de l'ouvrage.

5.2.4 Indicateur de drainabilité des surface irriguées par le partiteur

Définition de l'indicateur

Cet indicateur a pour objet de caractériser la drainabilité des surfaces irriguées par le partiteur au cours de la période considérée.

Cet indicateur, calculé pour une période minimum de 7 jours, consistera à évaluer les surfaces dont la drainabilité est nulle pendant 7 jours consécutifs et de les exprimer en % de la surface irriguée par le partiteur.

Pour une période multiple de 7 jours on considérera l'indicateur de drainabilité comme la moyenne des drainabilités des périodes de 7 jours considérées.

$$IND_{DRAIN} = \frac{Surf_{drainabilité\ nulle}}{Surf_{arroseur}} \cdot 100$$

Avec :

- *Surf_{drainabilité nulle}* surface dont la drainabilité est nulle pendant 7 jours consécutifs
- *Surfarroseur* surface arroseur en ha

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

Intérêt de l'indicateur

Caractériser l'importance des difficultés de drainage et sensibiliser à une meilleure gestion de l'eau.

Sa détermination est surtout pertinente en début et fin de campagne.

L'objectif est que cet indicateur soit le plus faible possible particulièrement en début et fin de campagne d'hivernage, sur l'ensemble de la campagne en contre saison.

Limite de l'indicateur

Capacité à identifier automatiquement en fonction du plan d'eau dans le drain les surfaces dont la drainabilité est nulle.

5.2.5 Tableau récapitulatif des indicateurs au niveau partiteur.

Le tableau ci-dessous illustre quel pourrait être la forme prise par une fiche récapitulative du suivi de la gestion de l'eau au niveau du partiteur en saison des pluies.

Les cellules en grisé sont celles qu'il est possible de renseigner sans connaître précisément le calendrier cultural. Elles illustrent l'importance d'une meilleure connaissance de ce calendrier pour réaliser un suivi avec des indicateurs élaborés.

5.3 Indicateurs de suivi de la gestion de l'eau au niveau d'un distributeur.

Il s'agira au niveau du distributeur de reprendre les indicateurs calculés au niveau partiteur en les synthétisant pour les rendre pertinent à ce niveau d'échelle dont les indicateurs auront pour principal objet de caractériser les performances de l'exploitation du réseau. A cet effet les indicateurs de suivi de la gestion de l'eau concerneront, au pas de temps 7, 15, mensuel et de la campagne :

1. La consommation en eau mesurée en tête de distributeur,
2. Le débit en tête de distributeur ramené à l'hectare aménagé,
3. L'efficacité de distribution et transport de l'eau au niveau du distributeur,
4. L'efficacité globale moyenne de la gestion de l'eau inter - partiteur , le cas échéant, extrapolée aux arroseurs indépendants,
5. L'efficacité globale du système distributeur/partiteur/arroseur.
6. La caractérisation des contraintes d'alimentation en eau du distributeur
7. La caractérisation de la qualité du service de l'eau fournie au niveau du distributeur

Au pas de temps de la campagne (hivernage et contre saison)

8. Consommation en eau par campagne en m³ délivré en tête de distributeur par hectare cultivé au cours de la campagne considérée.
9. Consommation en eau par campagne en m³ délivré en tête de partiteur par hectare cultivé au cours de la campagne considérée.
10. Consommation en eau par campagne en m³ délivré en tête de partiteur par hectare cultivé en fonction du type de culture (riz ou maraîchage).
11. Consommation en eau par campagne en m³ délivré en tête de partiteur par hectare cultivé (y compris hors casiers)

Les indicateurs 1 à 2 seront estimés suivant les mêmes procédures de calcul que celle utilisée au niveau partiteur.

5.3.1 Calcul de l'indicateur efficience de distribution et transport au niveau du distributeur

5.3.1.1 Définition de l'indicateur

L'efficience de distribution et de transport permet au cours d'une période donnée d'évaluer la proportion du volume entré dans le distributeur qui a été effectivement distribuée aux partiteurs et arroseurs indépendants.

Elle est le rapport entre les volumes effectivement délivrés et le volume entré.

Suivi hebdomadaire de la gestion de l'eau

Partiteur

Campagne Hivernage

Période		Surface mise en culture (ha)			Pluie mm	Consommation en eau m ³	INDICATEURS					
		Riz	Marachage	Total			Consommation en eau m ³ /ha cultivé	Débit continu délivré l/s/ha	Adéquation apport A/B	Efficience globale irrigation	Contrainte d'alimentation en eau du distributeur	Drainabilité
01-mai	08-mai											
09-mai	15-mai											
16-mai	23-mai											
24-mai	31-mai											
01-juin	08-juin											
09-juin	15-juin											
16-juin	23-juin											
24-juin	30-juin											
01-juil	08-juil											
09-juil	15-juil											
16-juil	23-juil											
24-juil	31-juil											
01-août	08-août											
09-août	15-août											
16-août	23-août											
24-août	31-août											
01-sept	08-sept											
09-sept	15-sept											
16-sept	23-sept											
24-sept	30-sept											
01-oct	08-oct											
09-oct	15-oct											
16-oct	23-oct											
24-oct	31-oct											
01-nov	08-nov											
09-nov	15-nov											
16-nov	23-nov											
24-nov	30-nov											
01-déc	08-déc											
09-déc	15-déc											
16-déc	23-déc											
24-déc	31-déc											
Campagne												

Suivi mensuel de la gestion de l'eau

Partiteur

Campagne Hivernage

Période		Surface mise en culture (ha)			Pluie mm	Consommation en eau m ³	INDICATEURS					
		Riz	Marachage	Total			Consommation en eau m ³ /ha cultivé	Débit continu délivré l/s/ha	Adéquation apport A/B	Efficience globale irrigation	Service de l'eau	Drainabilité
01-mai	15-mai											
01-juin	30-juin											
01-juil	31-juil											
01-août	31-août											
01-sept	30-sept											
01-oct	31-oct											
01-nov	30-nov											
01-déc	31-déc											
Campagne												

$$IND\ EFF_{distributeur} = \frac{Vol_{darroseur_independant}(periode) + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Vol(j)_i(m3)}{\sum_1^n Vol(j)_{distributeur}} \cdot 100$$

Avec :

- $EFF_{distributeur}$ efficience de distribution et transport au niveau du distributeur en %
- $Vol_{darroseur_independant}(periode)$ volume délivré aux arroseurs indépendants au cours de la période
- $\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Vol(j)_i(m3)$ volume délivré aux partiteurs au cours de la période
- $\sum_1^n Vol(j)_{distributeur}$ volume entré mesuré en tête de distributeur au cours de la période
- n durée de la période en jours
- p nombre de distributeur

Elle suppose dans le cas où il existe des arroseurs indépendants, que le volume délivré à ces distributeurs soit évalué.

Afin d'être à même de faire des bilan volumes au niveau du distributeur on estimera le volume utilisé par ces arroseurs proportionnellement à leur surface et en fonction du volume moyen apporté sur les distributeurs par ha aménagé au cours de la période considérée.

$$Vol_{darroseur_independant}(periode)(m3) = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Vol(j)_i(m3) \frac{Surface_{arroseurs_independants}(ha)}{\sum_{i=1}^d (surface_partiteur)_i}$$

Avec :

- $Vol_{darroseur_independant}(periode)(m3)$ volume délivré sur les arroseurs indépendants pendant la période considérée
- $Vol(j)_i(m3)$ volume délivré au jour j sur le distributeur i
- $Surface_{arroseurs_independants}(ha)$ surface des arroseurs indépendants ha
- $\sum_{i=1}^p (surface_distributeur)_i$ surface totale aménagée des p partiteurs ha
- n nombre de jour au cours de la période considérée
- p nombre de partiteur

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

L'objectif est que cet indicateur soit proche de 90%.

5.3.1.2 Intérêt de l'indicateur

Evaluer l'importance des pertes liées au transport et à la distribution de l'eau (infiltration, déversement....)

5.3.1.3 Limites de l'indicateur

Les erreurs d'évaluation des débits et en conséquence des volumes risque d'aboutir à un calcul du volume distribué supérieur au volume entré dans le distributeur. Dans ce cas les mesures effectuées au niveau des régulateurs seront utilisées pour, le cas échéant, identifier les mesures erronées et les corriger par le calcul d'un bilan au niveau des biefs.

Calcul de l'indicateur d'efficacité globale moyenne de la gestion de l'eau inter - partiteur.

5.3.1.4 Définition de l'indicateur

L'indicateur d'efficacité globale inter-partiteur au cours d'une période donnée est calculé en rapportant la somme des volumes d'eau effectivement utilisés par les cultures sur les différents partiteurs à la somme des volumes délivrés en tête des différents partiteurs.

$$INDEFF_{\text{interpartiteur}} = \frac{\sum_{i=1}^p INDEFF_i \sum_1^n Vol(j)_i}{\sum_{i=1}^p \sum_1^n Vol(j)_i}$$

Avec :

- $INDEFF_i$ efficacité globale de l'irrigation sur le partiteur i au cours de la période considérée
- $Vol(j)_i$ volume délivrée en tête du partiteur i au jour j
- n durée de la période considéré en jours
- p nombre de partiteurs

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

5.3.1.5 Intérêt de l'indicateur

Cet indicateur permet d'évaluer la proportion des volumes d'eau distribués au niveau des différents partiteurs qui est effectivement utilisée par les cultures.

L'objectif est que cet indicateur soit le plus proche possible de 80%.

5.3.1.6 Limites de l'indicateur

Les problèmes que pose son calcul systématique sont les mêmes que pour l' $IND_{A/B}$:

- la prise en compte d'une pluie efficace pour tenir compte de son hétérogénéité spatiale bien connue dans les zones à faible pluviométrie telle que l'Office du Niger. On devrait en toute logique ne pas retenir plus de 80% de la pluie brute.
- quelque soit le pas de temps, la prise en compte du calendrier cultural pour estimer les besoins en eau d'irrigation des surfaces cultivées

- la prise en compte du calendrier cultural pour estimer l'apport pluviométrique qui ne s'applique que sur la surface cultivée.

5.3.2 Calcul de l'indicateur d'efficience globale du système distributeur/partiteur/arroseur.

5.3.2.1 Définition de l'indicateur

L'indicateur d'efficience globale du système distributeur/partiteur/arroseur est égal au produit de l'efficience globale de l'irrigation inter - partiteur (appliquée le cas échéant aux arroseurs indépendants) par l'efficience de transport et de distribution de l'eau au niveau du distributeur.

$$INDEFF_{\text{arroseur_partiteur_distributeur}} = INDEFF_{\text{interpartiteur}} \cdot INDEFF_{\text{distributeur}}$$

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

5.3.2.2 Intérêt de l'indicateur

Cet indicateur permet d'évaluer la part des volumes d'eau entrés en tête de distributeur qui est effectivement utilisée par les cultures.

L'objectif est que cet indicateur soit le plus proche possible de 70%.

5.3.2.3 Limites de l'indicateur

Capacité à calculer les indicateurs IND_{EFF} au niveau des différents partiteurs.

5.3.3 Calcul de l'indicateur de la qualité du service de l'eau fournie par le distributeur

5.3.3.1 Définition de l'indicateur

L'indicateur de la qualité du service de l'eau fournie par le distributeur $INDSE_{\text{distributeur}}$ est calculée en prenant en compte la moyenne des indicateurs de contraintes d'accès à l'eau estimés au niveau des différentes prises des partiteurs pondérée par le coefficient d'uniformité de la qualité du service de l'eau (coefficient de Christiansen)

$$INDSE_{\text{distributeur}} = \overline{IND_AE_{\text{partiteur}}} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^d \left| \overline{IND_AE_{\text{partiteur}}} - IND_AE_{\text{partiteur}(i)} \right|}{d \cdot \overline{IND_AE_{\text{partiteur}}}} \right)$$

Avec

- $\overline{IND_AE_{\text{partiteur}}}$ moyenne des indicateurs de contraintes d'accès à l'eau estimés au niveau des différentes prises des partiteurs
- $IND_AE_{\text{partiteur}(i)}$ indicateur d'accès à l'eau estimés au niveau du partiteur i
- d nombre de partiteurs

5.3.3.2 Intérêt de l'indicateur

Cet indicateur a pour objet d'évaluer la qualité du service de l'eau au niveau de l'ensemble des prises alimentée par le distributeur en intégrant son éventuelle hétérogénéité.

L'objectif est que cet indicateur soit le plus proche possible de 100%.

5.3.3.3 Limites de l'indicateur

Capacité à calculer les indicateurs $IND_{AE\ partiteur}$ au niveau des différents partiteurs.

5.3.4 Calcul de l'indicateur de caractérisation des contraintes d'alimentation en eau du distributeur

Cet indicateur a pour objet de caractériser les contraintes d'accès à l'eau en tête de distributeur en calculant au cours d'une période donnée le nombre de jours pour lesquels le plan d'eau en amont de la prise de tête du distributeur est inférieure à la côte minimum de fonctionnement.

Ce nombre de jours sera exprimé en % de la durée de la période considérée.

$$IND_{AE\ distributeur} = \frac{(n-i)}{n} \cdot 100$$

Avec

- i nombre de jours pour lesquels le plan d'eau en amont de la prise de tête du distributeur est inférieure à la côte minimum de fonctionnement.
- n durée de la période considérée en jours

L'indicateur sera calculé quelque soit le pas de temps (7 jours, 15 jours, mois, campagne) par la même formule.

Intérêt de l'indicateur

Cet indicateur permet d'identifier dans quelle mesure une crise de l'eau constatée au niveau du partiteur au cours d'une période est imputable à un service de l'eau du réseau primaire déficient (valeur de $IND_{AE\ distributeur}$ faible). L'objectif à rechercher est que cet indicateur soit proche de 100%.

Il est particulièrement pertinent pour des pas de temps inférieures ou égales au mois pour identifier des périodes passagères de crise de l'eau (à priori la crise est non continue au cours de l'ensemble de la campagne).

Limite de l'indicateur

Disponibilité des données du PE en amont de l'ouvrage de prise en tête de partiteur.

5.3.5 Calcul des indicateurs de consommation en eau par hectare cultivé et par campagne aux différents niveau du système hydraulique

5.3.5.1 Les différents indicateurs

- Consommation en eau par campagne en m³ délivré en tête de distributeur par hectare cultivé au cours de la campagne considérée.
- Consommation moyenne en eau par campagne en m³ délivré en tête de partiteur par hectare cultivé au cours de la campagne considérée.
- Consommation en eau par campagne en m³ délivré en tête de partiteur par hectare cultivé en fonction du type de culture (riz ou maraîchage).
- Consommation en eau par campagne en m³ délivré en tête de partiteur par hectare cultivé (y compris hors casiers).

5.3.5.2 Procédure de calcul des différents indicateurs

Consommation moyenne en eau par campagne et par hectare cultivé en m3 entré en tête de distributeur

Cet indicateur consiste à calculer la consommation en eau par ha cultivé. Cette estimation est réalisée au niveau « distributeur ».

$$IND_{Consommation}(m3/ha) = \frac{\sum_1^n Vol_{distributeur}(j)(m3)}{Surface_cultivée(ha)}$$

Avec

- $Vol(j)$ volume journalier de la consommation en eau mesurée en tête de distributeur issu du suivi du débit des ouvrages.
- n durée de la campagne en jours (hivernage ou contre saison)
- Surface_cultivée (ha) surface cultivée, donnée issue de la facturation de l'eau au pas de temps de la campagne. Elle intègre les surfaces cultivés sur les arroseurs indépendants.

Consommation moyenne en eau par campagne et par hectare cultivé en m3 entré en tête de partiteur.

Cet indicateur consiste à calculer la consommation en eau par ha cultivé. Cette estimation est réalisée au niveau de l'ensemble des partiteurs.

$$\overline{IND_CONSO}_{partiteur} = \frac{\sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^n Vol(j)_i}{\sum_{i=1}^d Surface_cultivée(ha)_i}$$

Avec

- $Vol(j)_i$ volume journalier de la consommation en eau mesurée en tête du partiteur i issu du suivi du débit des ouvrages (m3).
- n durée de la campagne d'hivernage ou contre saison
- Surface_cultivée_i (ha) surface cultivée au cours de la campagne considérée sur le distributeur i.
- d nombre de distributeurs

Consommation moyenne en eau par campagne et par hectare cultivé et par culture (riz ou maraîchage) en m3 entré en tête de partiteur en contre saison

Au niveau de chacun des partiteurs on peut estimer la consommation en eau par l'équation :

$$CONS_Part(i) \approx Surf_Riz(i) \cdot \overline{CONS_RIZ} + Surf_Mar(i) \cdot \overline{CONS_MAR}$$

Avec

- $CONS_Part(i)$ consommation en eau au cours de la campagne considérée en m3
- $Surf_Riz(i)$ surface cultivée en riz au cours de la campagne (ha)
- $\overline{CONS_RIZ}$ consommation en eau moyenne par ha de riz au cours de la campagne considérée en m3

- $Surf_Mar(i)$ surface cultivée en maraîchage au cours de la campagne (ha)
- $Cons_MAR$ consommation en eau moyenne par ha de maraîchage au cours de la campagne considérée en m3

Connaissant les consommations en tête de chacun des partiteurs ainsi que les surfaces cultivées en riz et en maraîchage, les consommations moyennes en riz et en maraîchage seront déterminées statistiquement comme les coefficients de la régression linéaire multiple

$$Y = a.X1 + b.X2$$

Avec :

- Y consommation en eau du partiteur
- X1 surface en riz sur le partiteur i
- X2 surface en maraîchage sur le partiteur i
- a consommation en eau moyenne par hectare de riz
- b consommation en eau moyenne par hectare de maraîchage

Consommation en eau par campagne en m3 entré en tête de distributeur par hectare cultivé intégrant les surfaces hors casiers).

Cet indicateur n'a pas en soi l'objectif d'être un indicateur des performances de l'aménagement mais plutôt d'être un indicateur global de la valorisation de l'eau entrée dans le réseau secondaire à l'intérieur et à l'extérieur de l'aménagement.

On ramènera pour cela les volumes entrés en tête de distributeur au cours d'une campagne à la somme des surfaces cultivées sur les surfaces aménagées dépendant de ce distributeur et des surfaces hors casiers qui en aval sont directement ou partiellement alimentées en eau par ce distributeur.

On distinguera à cet effet :

- les surfaces $S_{1hors\ casier}$ hors casiers alimentées en eau directement par le distributeur (partiteurs ou drains drainant des surfaces alimentées par le seul distributeur considéré.)
- les surfaces hors casiers alimentées par un drain principal drainant des surfaces en amont du périmètre hors casier considéré alimentées par plusieurs distributeurs dont le distributeur considéré $S_{2hors\ casier}$. On ne considèrera dans ce cas comme surface $S'_{2hors\ casier}$ que la surface du périmètre hors casier pondérée par le rapport entre surface du distributeur considéré et surface totale drainée par le drain en amont du périmètre.

$$IND_CONSO_{global}(m3/ha) = \frac{Vol_Distributeur_campagne}{(Surface_cultivée + S_{1horscasier} + S_{2horscasier})}$$

5.3.6 Tableau récapitulatif des indicateurs de suivi au niveau distributeur.

Le tableau ci-dessous illustre quel pourrait être la forme prise par une fiche récapitulative du suivi de la gestion de l'eau au niveau du distributeur en saison des pluies.

Les cellules en grisé sont celles qu'il est possible de renseigner sans connaître précisément le calendrier cultural.

Elles illustrent l'importance d'une meilleure connaissance de ce calendrier pour réaliser un suivi avec des indicateurs élaborés.

Suivi hebdomadaire de la gestion de l'eau

Distributeur

Campagne Hivernage

Période		Surface mise en culture (ha)			Pluie mm	Consommation en eau m ³	INDICATEURS						
		Riz	Maraichage	Total			Consommation en eau m ³ /ha cultivé	Débit continu délivré l/s/ha	Efficienc transport et distribution	Efficienc globale irrigation interpartiteur	Efficienc globale irrigation	Qualite du service de feau	Contrainte d'alimentation en eau du distributeur
01-mai	08-mai												
09-mai	15-mai												
16-mai	23-mai												
24-mai	31-mai												
01-juin	08-juin												
09-juin	15-juin												
16-juin	23-juin												
24-juin	30-juin												
01-juil	08-juil												
09-juil	15-juil												
16-juil	23-juil												
24-juil	31-juil												
01-août	08-août												
09-août	15-août												
16-août	23-août												
24-août	31-août												
01-sept	08-sept												
09-sept	15-sept												
16-sept	23-sept												
24-sept	30-sept												
01-oct	08-oct												
09-oct	15-oct												
16-oct	23-oct												
24-oct	31-oct												
01-nov	08-nov												
09-nov	15-nov												
16-nov	23-nov												
24-nov	30-nov												
01-déc	08-déc												
09-déc	15-déc												
16-déc	23-déc												
24-déc	31-déc												
Campagne													

Suivi mensuel de la gestion de l'eau

Distributeur

Campagne Hivernage

Période		Surface mise en culture (ha)			Pluie mm	Consommation en eau m ³	INDICATEURS						
		Riz	Maraichage	Total			Consommation en eau m ³ /ha cultivé	Débit continu délivré l/s/ha	Efficienc transport et distribution	Efficienc globale irrigation interpartiteur	Efficienc globale irrigation	Qualite du service de feau	Contrainte d'alimentation en eau du distributeur
01-mai	15-mai												
01-juin	30-juin												
01-juil	31-juil												
01-août	31-août												
01-sept	30-sept												
01-oct	31-oct												
01-nov	30-nov												
01-déc	31-déc												
Campagne													

Indicateurs annuels de consommation en eau

Indicateur	unite	
Consommation moyenne en eau par campagne et par hectare cultivé en m3 entré en tête de distributeur	m3/ha	
Consommation moyenne en eau par campagne et par hectare cultivé en m3 entré en tête de partiteur	m3/ha	
Consommation moyenne en eau par campagne et par hectare cultivé et par culture (riz ou maraichage) en m3 entré en tête de partiteur en contre saison	riz	m3/ha
	maraichage	m3/ha
Consommation en eau par campagne en m3 entré en tête de distributeur par hectare cultivé intégrant les surfaces hors casiers).	m3/ha	

5.4 Indicateurs de suivi de la gestion de l'eau au niveau du Réseau primaire.

Compte tenu des données disponibles et de la structure du réseau primaires, les indicateurs de suivi (bilan volume, indicateur de contrainte d'accès à l'eau, indicateur de qualité du service de l'eau) seront calculés au niveau des différents biefs du réseau primaire décrits par le tableau ci-dessous.

5.4.1 Indicateur de bilan volume calculé au niveau des biefs

L'indicateur de bilan volume sera calculé en faisant le rapport entre les volumes distribués au niveau de chaque biefs (m3) et les volumes entrant en tête de bief (m3) pour un pas de temps supérieur ou égal à 7 jours afin que ce calcul soit indépendant du temps de réponse hydraulique du système.

$$IND_Bilan_volume_{bief} = \frac{Vol_entrant_prise}{\sum Vol_distribue}$$

Description des biefs du réseau primaire pris en compte		
Bief	Prise d'alimentation	Prises alimentées
Point A – Fala de Molodo/Point B	Point A –canal du sahel	Molodo Siengo N'Debougou Gruber Nord Retail Kouia Kolodougou Point B
Point B-Fala /Point C	Point B	Sokolo Kogoni Point C
Canal Coste Ongoba	Point A-canal Coste Ongoba	Périmètres privés Béwani Dougabougou Siribala
Canal Macina/Fala de Boky Wéré	Point A-canal canal Macina	Niaro Boky Wéré Kokry Déversoir Kolongo

5.4.2 Indicateur de qualité du service de l'eau calculé au niveau de chacun des biefs.

Le calcul de l'indicateur de qualité de service de l'eau réalisé au niveau des biefs sera effectué en utilisant la même procédure que celle utilisée au niveau distributeur

$$INDSE_{bief} = \frac{\overline{IND_AE_{prise_alimentee}}}{\overline{IND_AE_{prise_alimentee}} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^d \left| \overline{IND_AE_{prise_alimentee}} - \overline{IND_AE_{prise_alimentee}(i)} \right|}{d \cdot \overline{IND_AE_{prise_alimentee}}} \right)}$$

Avec

- $\overline{IND_AE_{prise_alimentee}}$ moyenne des indicateurs de contraintes d'accès à l'eau estimés au niveau des différentes prises des partiteurs

- $IND_AE_{prise_alimentee(i)}$ indicateur d'accès à l'eau estimés au niveau de la prise alimentée i
- d nombre de prises alimentées

Les indicateurs d'accès à l'eau estimés au niveau d'une prise alimentée sera calculé par la formule :

$$IND_AE_{prise_alimentee} = \frac{(n-i)}{n} \cdot 100$$

Avec

- i nombre de jours pour lesquels le plan d'eau en amont de la prise de tête du distributeur est inférieure à la côte minimum de fonctionnement.
- n durée de la période considérée en jours

On notera que ces indicateurs sont calculés pour les distributeurs dans le cadre du suivi distributeur.

5.4.3 Indicateur de contrainte d'accès à l'eau en tête de bief.

Le calcul de l'indicateur de contrainte d'accès à l'eau réalisé au niveau des biefs sera effectué en utilisant la même procédure que celle utilisée au niveau distributeur et/ou partiteur. On calculera au cours d'une période donnée le nombre de jours pour lesquels le plan d'eau en amont de la prise est inférieure à la côte minimum de fonctionnement.

Ce nombre de jours sera exprimé en % de la durée de la période considérée.

$$IND_AE_{prise} = \frac{(n-i)}{n} \cdot 100$$

Avec

- i nombre de jours pour lesquels le plan d'eau en amont de la prise de tête du distributeur est inférieure à la côte minimum de fonctionnement.
- n durée de la période considérée en jours

5.4.4 Tableau récapitulatif des indicateurs de suivi au niveau du réseau primaire.

Le tableau ci-dessous illustre quel pourrait être la forme prise par une fiche récapitulative hebdomadaire du suivi de la gestion de l'eau au niveau d'un bief du réseau primaire en saison des pluies.

Suivi hebdomadaire de la gestion de l'eau

Resau primaire

Bief :

Campagne

Hivernage

Période		Volume entrant au niveau de l'ouvrage d'alimentation	Volume delivre au niveau des prises alimentees						INDICATEURS				
			Prise 1	Prise 2	Prise 3	Prise 4	Prise 5	Total	Consommation en eau m3/ha cultivé	Bilan volume	Qualite du service de l'eau au niveau du bief	contrainte d'accès a l'eau en tete de bief	
01-mai	08-mai												
09-mai	15-mai												
16-mai	23-mai												
24-mai	31-mai												
01-juin	08-juin												
09-juin	15-juin												
16-juin	23-juin												
24-juin	30-juin												
01-juil	08-juil												
09-juil	15-juil												
16-juil	23-juil												
24-juil	31-juil												
01-août	08-août												
09-août	15-août												
16-août	23-août												
24-août	31-août												
01-sept	08-sept												
09-sept	15-sept												
16-sept	23-sept												
24-sept	30-sept												
01-oct	08-oct												
09-oct	15-oct												
16-oct	23-oct												
24-oct	31-oct												
01-nov	08-nov												
09-nov	15-nov												
16-nov	23-nov												
24-nov	30-nov												
01-déc	08-déc												
09-déc	15-déc												
16-déc	23-déc												
24-déc	31-déc												

6 Module 4 – Suivi des consommations

Dans son cadrage global, ce module relève du suivi des consommations d'eau au sein du réseau de l'Office du Niger, au niveau du réseau primaire, des distributeurs et des partiteurs. L'observation et les calculs sont réalisés au niveau des ouvrages de régulation hydraulique présents sur ces canaux.

Cependant la conception et la mise en place de ce module ne saurait se faire sans se questionner dès l'étape de conceptualisation et de conception sur d'une part les conditions de l'appropriation par les acteurs, et plus particulièrement ceux impliqués en premier chef par la collecte des données, et sur d'autre part la qualité des données collectées – à la fois en termes de conditions à satisfaire pour la garantir et sur les moyens et méthodes pour la contrôler et éventuellement l'améliorer.

L'idée qui prévaut à la mise en place de ce module a pour objectif la maîtrise de l'information (aide à la collecte, l'élaboration, au calcul et l'archivage) et à sa diffusion. Dans ce contexte, une grande avancée, à la fois en terme d'allègement de la charge de travail et de garantie de la qualité des données, concerne la prise en charge des calculs hydrauliques par l'ordinateur à partir des méthodes et équations présentées ci-dessus : calcul des débits adapté au type d'ouvrage et aux informations collectées, calcul des volumes prenant en compte les différents rythme de relevés.

6.1 Le périmètre du Module 4

Le module 4 est centré sur le suivi des consommations d'eau sur le réseau de l'Office du Niger, selon une approche de l'amont vers l'aval. Il traite d'une part de la collecte et l'enregistrement des données, puis du calcul de variables élaborées (débits et volumes) et enfin de production d'indicateurs reflétant le fonctionnement, l'efficacité et la performance hydraulique du réseau.

Le contexte de la mise en place de ce suivi des consommations se caractérise par un objectif de contrôler et contraindre les consommations en eau en deçà d'une valeur rapportée à l'hectare cultivé. La décision de suivre les consommations va dans le sens de mieux comprendre ce phénomène, d'en construire des explications et d'y apporter des remèdes sous forme d'instruments d'aide au pilotage du réseau (module 5).

Cependant il faut reconnaître que cette volonté de mieux suivre et d'agir sur les débits prélevés par l'Office du Niger sur le fleuve est inégalement partagée au sein de l'entreprise. Une attention toute particulière va devoir être portée à l'acceptation des nouvelles tâches, procédures et méthodes de travail que va induire la décision de mieux suivre et gérer l'eau et d'introduire l'informatique dans ce processus.

Avec le module 4, c'est principalement l'introduction et la systématisation de la collecte des données, selon un protocole uniforme au sein de l'Office du Niger, qui vont être proposées. Il est donc fondamental de mener une double action de mobilisation des acteurs concernés par le relevé et la saisie des données :

- En recherchant la manière la plus efficace et la moins contraignante pour effectuer le recueil des données, et en essayant de fournir une aide aux tâches confiées à l'agent.
- En impliquant toute la hiérarchie, d'une part pour utiliser les données collectées dans leurs tâches de gestion, de suivie et d'évaluation, et d'autre part en lui fournissant les éléments de contrôle et d'encouragement des agents chargés du recueil.

Cette activité de suivi des consommations en différents points du réseau va se faire dans le cadre suivant :

- On s'intéresse au réseau primaire et secondaire (distributeurs et partiteurs) exclusivement. Les ouvrages concernés sont les prises situées en tête de ces canaux et les ouvrages de régulation (régulateur, déversoir) situés entre leurs différents biefs et à leur extrémité.
- Les calculs de volume se font à partir de calcul de débits, eux même issus de mesures de cotes dans les canaux, de réglage des ouvrages et de caractéristiques qui leurs sont propres.
- La collecte se fait quotidiennement par relevés des cotes et des réglages. Il n'est pas apparu nécessaire d'enregistrer par ailleurs les manipulations effectuées.
- Les pas de temps de restitution des données sont variables (de la semaine à l'année) mais

L'analyse (non exhaustive) des contextes, pratiques et usages de la gestion de l'eau dans les différentes zones met en évidence une certaine diversité. Cependant, dans tous les cas, la réalité hydraulique amène un certain consensus autour des données collectées, nécessaires aux calculs hydrauliques de débits, et par là des volumes. Les principales particularités sont dues d'une part aux types d'ouvrages concernés et à leur position au sein du réseau, et d'autre part aux choix organisationnels faits dans les différentes zones de production.

6.2 Les grandes options du Module 4

Des choix sont proposés concernant la granularité, niveau élémentaire de stockage des données, du système d'information :

- **granularité spatiale**, c'est-à-dire l'objet (spatial) élémentaire de collecte et relevé d'observation. Le choix a été fait de travailler au niveau des ouvrages de régulation (vannes, prise, régulateur, déversoir...) et en se concentrant sur les réseaux primaires et secondaires. Concrètement, les prises d'arroseurs ne sont pas concernées.
- **granularité temporelle instantanée**, c'est-à-dire la précision de datation des données stockées instantanées collectées (données attachées à un instant précis comme le débit par exemple). Un premier choix a été fait de pouvoir prendre en charge des rythmes de collecte irréguliers et à des pas de temps pouvant être infra-journalier. Dans ces conditions les relevés seront datés en jours, en heures et en minutes.
- **granularité temporelle d'intervalle**, c'est-à-dire le pas de temps élémentaire utilisé pour observer ou calculer les données de flux attachées à un intervalle entre deux dates (par exemple volumes d'eau transitant en un point). Le choix a été fait de travailler au niveau de la journée, et de recalculer tous les

volumes transitant chaque jour au niveau des ouvrages objets d'observation et d'analyse.

A partir de cette première hypothèse, trois grands ensembles de données de suivi sont concernés par ce module :

- Des données de **référentiels**, essentiellement pour décrire les composants du réseau hydrauliques. On y reprendra en le complétant le concept d'UEM développé lors de la conception du module de maintenance (logiciel SIMON).
- Des données de **suivi des débits**, issues soit de mesures directes (modules à masques), soit élaborées à partir d'un calcul faisant intervenir les cotes amont et aval des plans d'eau.
- Des données de **volumes** calculés par une intégration des débits entre les dates d'observation, et une re-ventilation par unité de temps élémentaire (la journée – cf ci-dessus).

6.3 Les acteurs et les rôles

Dans le suivi des consommations, on peut distinguer des tâches de collecte d'information, des opérations réalisées sur des ouvrages de régulation du réseau, des tâches de gestion du système d'information et des tâches de gestion – soit opérationnelle, soit stratégique.

Un recensement de l'ensemble des acteurs du processus de la gestion de l'eau à l'Office du Niger, ainsi que des acteurs externes a été réalisé dans un premier temps. Puis on s'est intéressé aux actions que ces acteurs effectuaient et par voie de conséquence, les informations et fonctions

6.3.1 Les différents acteurs

Les acteurs de la gestion de l'eau sont, en débordant le cadre strict de l'entreprise « Office du Niger » :

- Les paysans, utilisateurs du service de l'eau
- Aiguadier, de zone
- Eclusier, de zone et du SERP
- Chef Casier
- Chef SGE, service gestion de l'eau
- Chef SERP, service d'exploitation du réseau primaire
- Directeur de zone
- SAH, service des aménagements hydrauliques
- DADR, direction des aménagements de du développement rural
- DG : direction générale de l'Office du Niger
- DNHE – ABN, direction nationale de l'hydraulique et de l'énergie – Agence du bassin du Niger

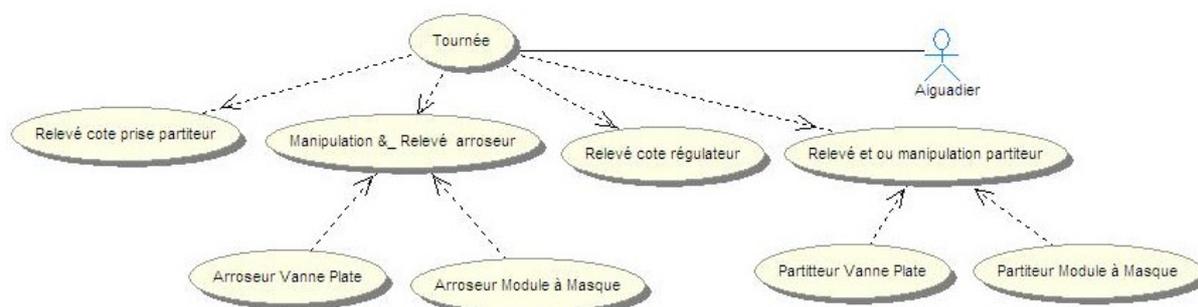
Par rapport au processus de gestion de l'eau conduit à l'Office du Niger, ces acteurs ont des rôles et des fonctions différents, voire divergents, qu'il convient d'analyser au regard de la production et de l'utilisation d'information

On peut reprendre pour les principaux acteurs du processus de gestion de l'eau, et plus particulièrement du suivi des consommations, les activités menées par chacun.

6.3.2 Cas d'utilisation

Les cas d'utilisation repris ci-dessous reflètent le fonctionnement de la gestion de l'eau tel qu'il a été décrit dans la zone du Macina. Cette situation n'est peut être pas représentative de l'ensemble des zones en termes d'activités et de tâches, par contre en terme d'information, l'ensemble des zones gèrent les mêmes informations. Donc sur l'exemple du Macina, nous allons reprendre les acteurs principaux de la gestion de l'eau au sein de l'Office du Niger, ainsi que pour chacun les rôles et activités conduites.

6.3.3 Les aiguadiers

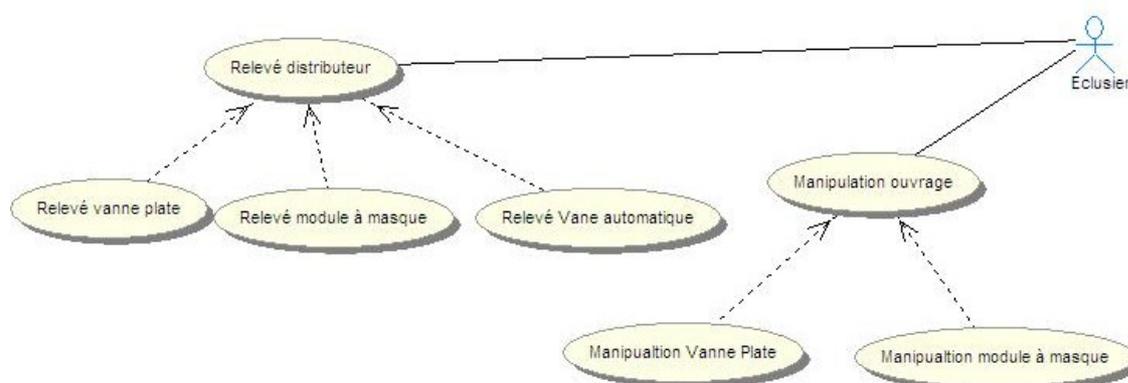


L'aiguadier au cours de sa tournée doit assurer deux fonctions :

- Le recueil de leurs besoins en eau auprès des paysans, et l'ouverture en conséquence des prises d'arroseurs
- Le relevé cotes amont, aval et soit nombre de dents, soit débit d'ouverture, et si nécessaire manipulation effectuée (nombre de dent / débit de module à masque)

Avec l'objectif actuel de Vision, seul le deuxième point va être retenu pour l'informatisation. Le premier point fait l'objet d'un traitement différencié selon les zones de production et les périmètres.

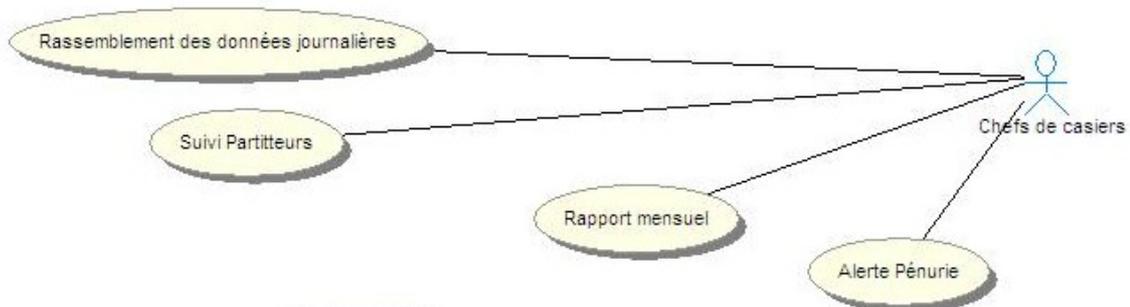
6.3.4 Les éclusiers



L'éclusier a en charge la gestion de l'eau dans les distributeurs. Trois grandes tâches lui incombent donc :

- Le relevé des cotes amont et aval, ainsi que le réglage en cours. Ce dernier point variera selon le type d'ouvrage concerné : vanne plate, module à masque, vanne automatique
- Opérer des manipulations d'ouvrage afin de modifier le réglage de fonctionnement des ouvrages.
- Les cotes amont et aval sont communiquées chaque matin au SERP.

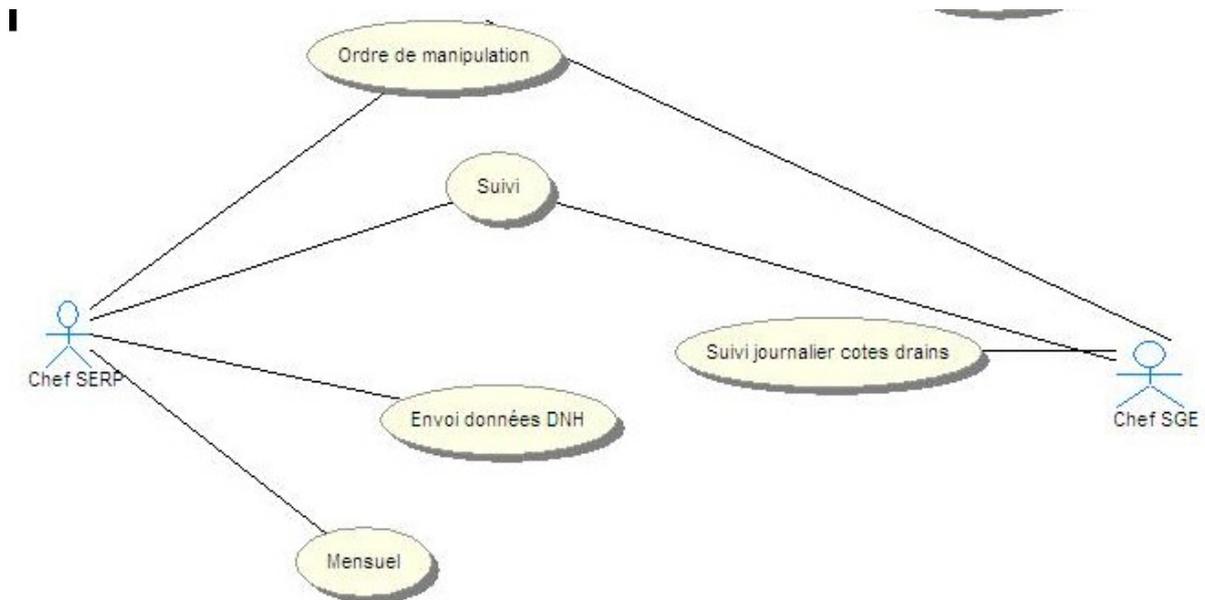
6.3.5 ***Les chefs de casier***



Il est chargé de superviser le travail des aiguadiers sous sa tutelle. Cependant en termes de gestion d'information, cela se traduit par :

- Le rassemblement des données collectées par chaque aiguadier afin de produire les rapports mensuels
- Le suivi des cotes (débits et volumes) dans les différents partiteurs. Il s'assure que les côtes de consigne sont respectées sur chaque bief . Si ces dernières sont insuffisantes alors il fait une demande d'ouverture des prises de distributeurs à l'écluser en concertation avec les autres chefs casiers.
- La gestion des dysfonctionnements signalés (brèches, conflits avec les agriculteurs, établissement d'un tour d'eau en cas de crises d'eau ponctuelles notamment lors des périodes d'entretien du réseau).
- Plus particulièrement, l'émission d'alertes, en direction du chef SGE, en cas de pénurie d'eau constatée ou prévisible

6.3.6 Le chef SGE



Pour partie les tâches du chef SGE sont proches de celles du chef du SERP, aussi ils partagent le même diagramme de représentation.

Il est coordonne la gestion de l'eau au sein de sa zone de production. A ce titre, il utilise l'information collectée par les aiguadiers afin :

- Donner les ordres de manipulations d'ouvrage nécessaires
- Effectuer les activités de suivi et de préparation des rapports mensuels
- Suivre les cotes des drains

6.3.7 Le chef SERP

Pour partie les tâches du chef SERP sont proches de celles du chef du SGE, aussi ils partagent le même diagramme de représentation.

En complément, il effectue aussi l'envoi de données à la DNHE.

6.4 La circulation des données

6.4.1 Les données collectées

6.4.1.1 Les règles de collecte

Une grande discussion a animé les deux réunions tenues avec le groupe de travail sur la gestion de l'eau, concernant l'interférence entre les manipulations et les cotes de plan d'eau observables.

En effet toute manipulation d'ouvrage déclenche une variation de cote qui n'est pas directement observable immédiatement après la manœuvre.

Dans ce contexte, et dans l'optique de simplifier la collecte d'information, il a été proposé d'appliquer les règles suivantes :

1. De simplifier les relevés en ne faisant pas de d'enregistrement des manipulations

2. A chaque relevé d'observer réglage de l'ouvrage (débit nominal pour les modules à masques, nombres de dents pour les vannes à crémaillères...) et les cotes de plan d'eau amont et aval.
3. En cas de manipulation, de réaliser les mesures avant d'opérer.
4. Les activités de relevé de manipulation sont particularisées selon les types d'ouvrages concernés.

Enfin la collecte se font à un rythme variable, selon l'organisation du travail mis en place dans la zone. Le logiciel devra être adapté en conséquence pour supporter des rythmes variables de collecte, et néanmoins produire les résultats attendus.

L'aiguadier est le principal, voire le seul, agent opérant de la collecte d'information dans le domaine de la gestion de l'eau. Les données relevées concernent essentiellement les mesures de cotes de plan d'eau amont et aval, avec des particularités liées au type d'ouvrage (de régulation) concerné.

6.4.1.2 Les relevés en général

Sur l'ensemble des ouvrages faisant l'objet d'un relevé, il va être noté :

- Code de l'ouvrage (Code UEM)
- Date : jour et heure
- Cote amont
- Cote aval

Tous les calculs sont faits par l'ordinateur.

Les données de base sont complétées selon le type d'ouvrage concerné.

6.4.1.3 Les relevés sur modules à masque

Sur ce type d'ouvrage, et en plus des éléments communs à tous les relevés, il sera noté et enregistré à chaque relevé :

- Débit
- Nombre de vannettes ouvertes (afin de contrôler la valeur de débit annoncée)

La confrontation du débit enregistré et du nombre de vannettes ouvertes doit permettre de contrôler la valeur collectée et identifier d'éventuelles erreurs. En effet, à partir des caractéristiques de l'ouvrage, il est possible de déterminer, pour un nombre de vannettes ouvertes donné, les débits possibles.

6.4.1.4 Les relevés sur seuil

Sur ce type d'ouvrage, et en plus des éléments communs à tous les relevés, il sera noté et enregistré à chaque relevé :

- L'ouverture ou la fermeture du bouchon (ce qui a une incidence sur le calcul des débits)

L'ouverture ou non du bouchon a une incidence sur la forme des équations à utiliser pour effectuer les calculs de débit.

6.4.1.5 Les relevés sur vanne automatique (AVIS et AVIO)

Sur ce type d'ouvrage, et en plus des éléments communs à tous les relevés, il sera noté et enregistré à chaque relevé :

- Indicateur ouverture vanne

6.4.1.6 Les relevés sur vanne plate

Sur ce type d'ouvrage, et en plus des éléments communs à tous les relevés, il sera noté et enregistré à chaque relevé chacune des portes ouvertes et le nombre de dents de la crémaillère :

- Identifiant de porte
- Nombre de dents

Une vanne pouvant posséder une ou plusieurs portes, les relevés sont à faire pour chacune d'entre elles.

6.4.1.7 Echelle de Drain

Sur les échelles de drain, on effectue un relevé de type standard, c'est-à-dire :

- Numéro de drain primaire
- Date
- Cote amont

6.4.2 Les données échangées

6.4.2.1 L'aiguadier

Donne :

- Tous les 15 jours, fait relever par le chef de casier les totaux par partiteur
- Tous les mois remet la fiche mensuelle au chef de casier

Reçoit :

- Tous les mois la fiche vierge de relevé pré-imprimée, de la part du chef de casier

6.4.2.2 L'éclusier

Donne :

- Tous les jours les relevés et calculs à Markala, au chef SGE

6.4.2.3 Chef de casier

Reçoit :

- Tous les 15 jours les rapports et les programmes de quinzaine des aiguadiers, relève les totaux partiteurs
- Tous les mois les fiches mensuelles partiteurs

Donne :

- Tous les 15 jours la compilation des rapports et les programmes de quinzaine au chef SGE
- Tous les mois les fiches mensuelles partiteurs au chef SGE

6.4.2.4 Chef SGE

Reçoit :

- Tous les jours les relevés de distributeurs
- Tous les 15 jours la compilation des rapports et les programmes de quinzaine des aiguadiers
- Tous les mois les fiches mensuelles partiteurs

Donne :

- Tous les jours la cote du fala au directeur de zone
- Tous les 15 jours le rapport de quinzaine au suivi/évaluation
- Tous les mois les fiches mensuelles partiteurs au suivi/évaluation

6.4.2.5 Directeur de zone

Reçoit :

- Tous les jours la cote du fala

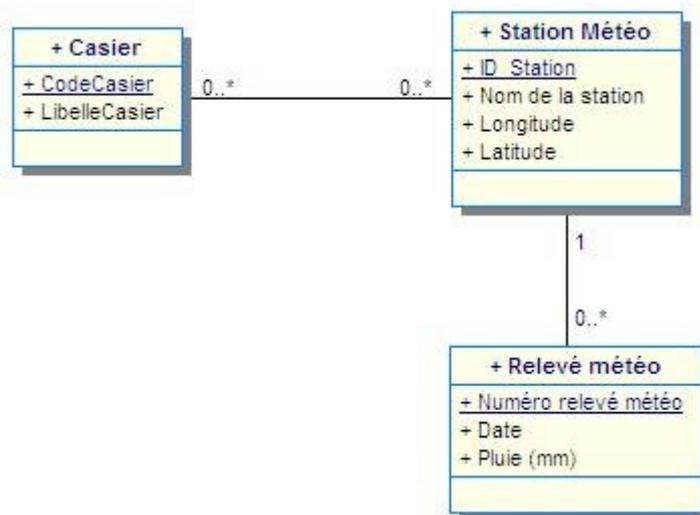
6.5 Le modèle de données

Dans le modèle de données global concernant la gestion de l'eau, on distingue les sous modèles suivant.

6.5.1 Suivi de la pluviométrie

Cette partie relève de l'enregistrement des données de pluviométrie, avec le réseau de stations météo, son rattachement au réseau hydraulique et les valeurs mesurées quotidiennement.

Afin de simplifier les relations avec le SIG, il est demandé de saisir les coordonnées géographiques des stations en X, Y en WGS 84.



6.5.2 Adaptation du référentiel UEM

La prise en compte des besoins en informations pour collecter les données et réaliser les divers calculs hydrauliques détaillés ci-dessus a nécessité une adaptation du modèle de données mis au point essentiellement pour la gestion de la maintenance.

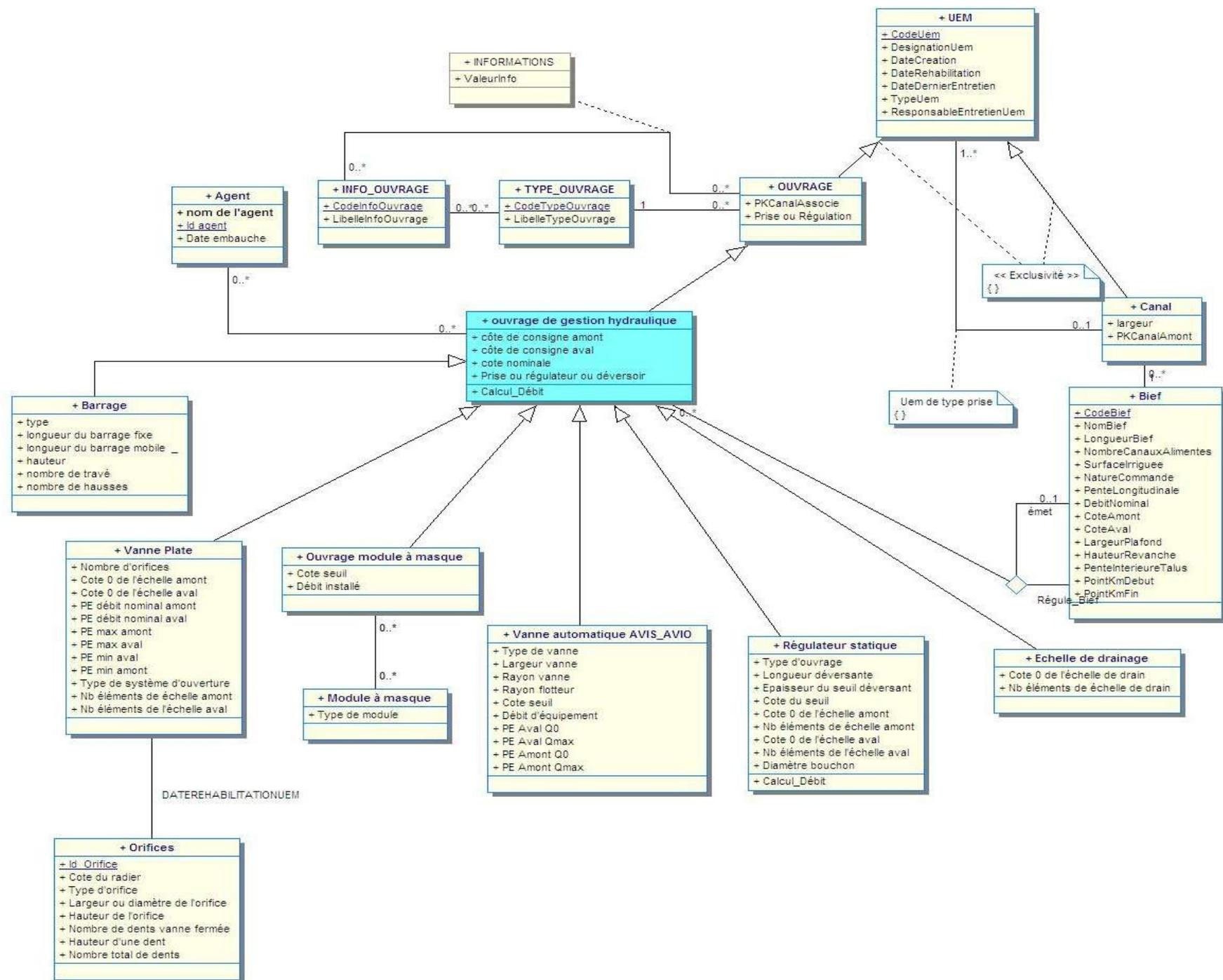
Deux types de calculs sont à réaliser :

- Calculs des débits à partir des relevés de plan d'eau (amont et aval)
- Calculs des volumes, par application du débit sur une période définie.

La justification et la signification des classes et attributs détaillés ci-après a été faite ci-avant dans la spécification des calculs de débits (3 Evaluation des débits).

Pour les besoins des relevés, il a été introduit une classe intermédiaire dite « ouvrage de gestion hydraulique », qui se déduit de la classe ouvrage (pour porter les associations de relevés et de mesures) et qui va se spécialiser en 6 classes :

- Barrage, dont les caractéristiques sont particulières, ainsi que la forme des relevés qui y sont effectués.
- Vanne plate, avec un détail de chacun des orifices qu'elle peut comporter et dont on relèvera le réglage (nombre de dents d'ouverture).
- Module à masque, sur lequel on relèvera directement des débits par lecture des vannettes ouvertes.
- Vanne automatique
- Régulateur statique
- Echelle de drain.



Le modèle de classe ci-dessus reprend cette actualisation du modèle de données initial. Le modèle de données de relevés sera traité ci-après

6.5.3 Suivi des débits

L'objectif du module 4 est de suivre les consommations d'eau, en volume.

Cependant comme il a été montré ci-dessus, les volumes ne sont pas directement mesurés, mais issus d'un calcul fait à partir des mesures de débits. Et les débits sont eux même calculés à partir de relevés de cotes amont et aval.

Donc l'ensemble des relevés partage une structure commune, cependant il est nécessaire de les particulariser pour prendre en compte les spécificités des ouvrages sur lesquels ils opèrent.

La structuration du modèle de classe reprend, avec un mécanisme de spécialisation/généralisation de même nature que celui mis en œuvre dans le référentiel des UEM.

6.5.3.1 Données communes à tous les relevés

La classe « Relevé » décrit le tronc commun à l'ensemble des relevés avec l'enregistrement des attributs :

- Date
- Heure
- Minute
- Cote PE lue sur échelle amont
- Cote PE lue sur échelle aval

A partir de ces données, et d'éléments complémentaires spécifiques des type d'ouvrages concernés, il sera possible de calculer le débit transitant par l'ouvrage au moment du relevé. Pour des raisons de temps de réponse et de simplification des consultations de la base de données, il est proposé de conserver le résultat de ce calcul plutôt que de le recalculer à chaque besoin. L'attribut « débit » est destiné à cet effet.

Cette classe va concerner directement et à elle seule les mesures et observations faites sur :

- Vannes plates (avec complément par des relevés secondaires pour chaque orifice)
- Echelles de drainage

6.5.3.2 Données spécifiques pour le barrage

Dans le cas du barrage de Marakala, le SERP relève des paramètres complémentaires en divers points de mesure. Une classe particulière est donc dérivée de la classe mère avec des attributs supplémentaires.

A partir de ces données, on va pouvoir calculer le débit en utilisant la formule proposée dans les précédents chapitres.

6.5.3.3 Données spécifiques pour les vannes plates

Pour les vannes plates, le relevé lui-même n'est pas modifié, mais il est complété par des relevés secondaires portant sur le nombre de dents mesurant l'ouverture des divers orifices que possède la vanne.

A partir de ces données, on va pouvoir calculer le débit en utilisant la formule proposée dans les précédents chapitres.

6.5.3.4 Données spécifiques pour les modules à masque

Pour les modules à masques, le débit nominal est lu directement en sommant les débits nominaux des vannettes ouvertes.

Il est donc relevé :

- Le débit nominal
- Le nombre de vannettes ouvertes (afin de réaliser des contrôles de vraisemblance de la valeur de débit relevé à partir des caractéristiques du module)

Selon que le module à masque est en situation de fonctionnement normal ou pas (selon la cote amont), ce débit sera reporté brut ou corrigé (selon formule vue ci-dessus) dans le champ du relevé commun.

6.5.3.5 Données spécifiques pour les vannes automatiques

Pour les vannes automatiques, le relevé standard est complété par :

- L'indicateur d'ouverture de vanne

A partir de ces données, on va pouvoir calculer le débit en utilisant la formule proposée dans les précédents chapitres.

6.5.3.6 Données spécifiques pour les régulateurs statiques

Pour les régulateurs statiques, le relevé standard est complété par :

- L'indicateur d'ouverture du bouchon

A partir de ces données, on va pouvoir calculer le débit en utilisant la formule proposée dans les précédents chapitres, qui sera différente selon que le bouchon est ouvert ou fermé.

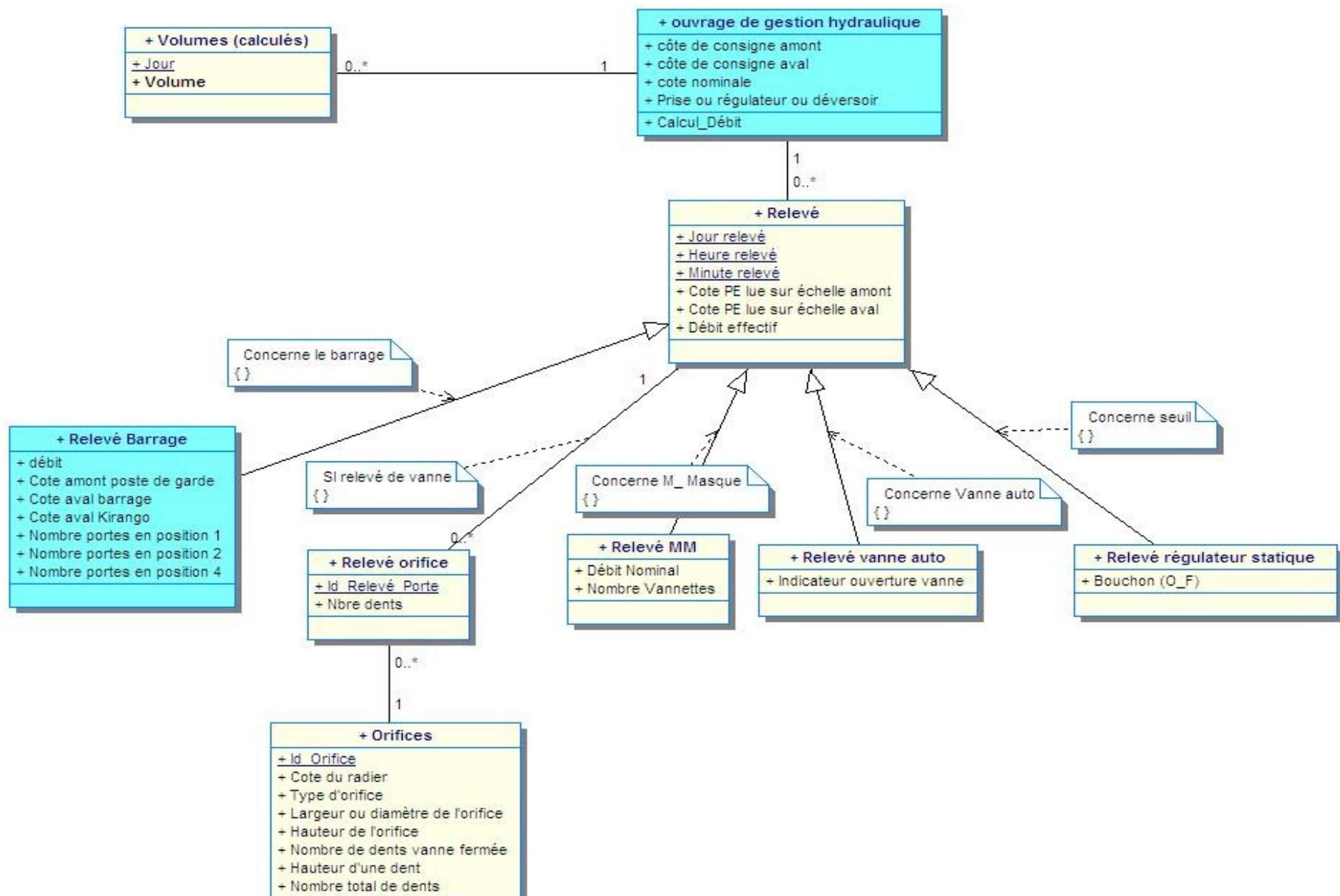
6.5.4 Suivi des volumes

De la même manière, et pour les mêmes raisons, que pour les débits, il est proposé de conserver de manière permanente les résultats des calculs des volumes à partir des débits et des dates auxquelles ils sont attachés.

Ce suivi des volumes est donc :

- Le résultat d'un calcul
- Calculé pour chaque jour
- Attaché à chaque ouvrage de gestion hydraulique

La classe « Volumes (calculés) » est prévue à cet effet.



6.5.5 Les éléments de paramétrage

Cela concerne les types d'ouvrages, les méthodes d'estimation des superficies irriguées pour chacune des semaines de la campagne d'irrigation.

6.6 Les fonctionnalités détaillées

Les fonctionnalités vont se décliner selon les grands thèmes du suivi des consommations d'eau (pluviométrie, UEM, cotes – débits - volumes), et pour chacun des thèmes, on distinguera ce qui, relève du paramétrage, de la mise en place et des évolutions du référentiel, de la saisie des données de suivi issues du terrain et enfin la production d'éléments de restitution, d'analyse et de synthèse.

6.6.1 La pluviométrie

6.6.1.1 Les stations

Objectif	Gestion des stations météo
Description	Créer, mettre à jour, supprimer une station météo Enregistrer le nom, l'identifiant et les coordonnées géographiques et l'altitude Associer la station à un casier
Règles de gestion	Coordonnées géographiques saisies en WGS 84 Choisir le casier parmi la liste des casiers possibles En création, vérifier la nom existence En saisie des coordonnées géographiques, contrôler la non-existence d'une station au même endroit
Données	Station Meteo Casiers
Fréquence	Création, MAJ : exceptionnellement Consultation : rarement
Utilisateur	Création, MAJ : administrateur base de données Consultation : tous utilisateurs
Maquette	

6.6.1.2 Les relevés météo

La gestion des relevés de données météorologiques relève de trois fonctionnalités différentes.

Saisie des relevés

Objectif	Gestion des relevés de mesure
Description	Créer, mettre à jour, supprimer un relevé de donnée météo Enregistrer le jour et la valeur mesurée Associer la station concernée
Règles de gestion	Saisir des valeurs positives ou manquantes les jours de pluie Les valeurs sont qualifiées : M pour mesurée, A pour absente, R pour reconstituée Choisir la station parmi les stations de la zone de production Saisie sous forme d'un tableau avec les jours en ligne. Incrémentation automatique du jour à partir du jour précédent Génération automatique de données nulles entre le jour de saisie et le jour de la dernière valeur saisie
Données	Station Meteo Relevé météo
Fréquence	Création, MAJ : jours de pluie Consultation : à la demande
Utilisateur	Création, MAJ : opérateur de saisie Consultation : tous utilisateurs

Edition des fiches vierges

Objectif	Edition de fiches vierges de relevés
Description	Tableau de collecte des mesures journalières de données
Règles de gestion	Titre : caractéristiques de la station Calendrier adapté à chaque mois
Données	Relevé météo Station Météo
Fréquence	Accès : tous les mois
Utilisateur	Gestionnaire de la station

Reconstitution de données

Objectif	Reconstruction de données
Description	A partir d'un modèle de régression de type PLS ¹ , reconstruction des données manquantes d'une station pour une plage de dates choisie
Règles de gestion	Le modèle ne peut fonctionner que si les variables explicatives (des diverses stations utilisées pour reconstruire les données sont renseignées) Les valeurs ainsi recalculées sont marquées « R »
Données	Relevé météo Station Météo
Fréquence	Création, MAJ : exceptionnellement Consultation : rarement
Utilisateur	Création, MAJ : administrateur base de données Consultation : tous utilisateurs

Les états récapitulatifs

Objectif	Editions de données météo
Description	Production de courbes et de données statistiques
Règles de gestion	A DEFINIR
Données	Relevé météo Station Météo
Fréquence	Mensuellement
Utilisateur	Gestionnaire de la station

6.6.2 Le référentiel UEM

6.6.2.1 Le paramétrage

Le paramétrage des UEM est assuré par le module entretien. Cela concerne la gestion des types d'UEM, de types d'ouvrages.

On notera que par rapport au module en cours de développement, module 1 gestion de la maintenance du réseau, des adaptations et compléments ont été opérés pour répondre aux exigences identifiées pour le suivi des consommations (module 4) et prévisibles pour le pilotage (module 5).

De fait il a été proposé de créer :

¹ La construction des modèles de reconstruction de données manquantes devra faire l'objet d'une étude statistique spécifique afin de spécifier, calibrer et valider les équations de régression.

- Le type « ouvrage de gestion hydraulique » auquel est associée une classe abstraite, comme indiqué sur le modèle de classe ci-dessus.
- Des classes concrètes dérivées :
 - Vanne plate
 - Modules à masques
 - Vanne automatique
 - Régulateur statique
 - Echelle de drain
- Et une classe associée :
 - Orifices de vanne plate

6.6.2.2 Les canaux et les ouvrages

Les fonctionnalités à mettre en place relèvent d'une adaptation aux besoins du suivi des consommations d'eau de la gestion des données de référentiel UEM telle que prévue dans le module « maintenance ».

Objectif	Gestion des ouvrages
Description	Créer, mettre à jour, supprimer une UEM Enregistrer le nom, l'identifiant et les caractéristiques de l'UEM Mise en relation de l'UEM avec d'autres Déclaration du type d'UEM
Règles de gestion	Vérifier l'unicité de l'identifiant Les paramètres à renseigner sont fonction du type d'ouvrage
Données	UEM... et selon le type d'UEM
Fréquence	Création, MAJ : exceptionnellement Consultation : rarement
Utilisateur	Création, MAJ : administrateur base de données Consultation : tous utilisateurs

6.6.3 Les relevés hydrauliques, les débits et les volumes

6.6.3.1 Gestion des relevés

Saisie des relevés

Objectif	Enregistrer les relevés de cote effectués sur les différents ouvrages de gestion hydraulique
Description	Créer, mettre à jour supprimer un relevé de cote Identifier l'aiguadier Choisir un ouvrage (parmi les ouvrages suivis par l'aiguadier) Saisir date, valeurs observées
Règles de gestion	Contrôle de l'unicité d'un relevé pour une date donnée et pour un ouvrage donné Adapter le relevé au type d'ouvrage concerné Déclencher les calculs de débit à partir des cotes relevées et des formules liées au type d'ouvrage.
Données	Ouvrage de gestion
Fréquence	Création, MAJ : bimensuelle ou quotidienne (selon ouvrage et organisation du travail) Consultation : mensuelle et à la demande
Utilisateur	Création, MAJ : opérateur de saisie ou aiguadier Consultation : tous utilisateurs

Edition des fiches de collecte

Objectif	Editer les fiches vierges qui vont servir aux relevés de terrain
Description	A partir d'un choix de date de début et de fin, édition des fiches pour un agent ayant en charge de suivre un ensemble d'ouvrage
Règles de gestion	La forme de la fiche dépend du type d'ouvrage
Données	Ouvrage de gestion
Fréquence	Edition : bimensuelle (selon ouvrage et organisation du travail)
Utilisateur	Création, MAJ : opérateur de saisie ou aiguadier

Les états récapitulatifs

Objectif	Produire des résultats de suivi des cotes, débits
Description	Choix d'un ouvrage, d'un intervalle de temps Choix du type de sortie : tabulaire, graphiques, résumés statistique
Règles de gestion	
Données	Relevés hydrauliques Ouvrages
Fréquence	Mensuelle A la demande
Utilisateur	Création, MAJ : opérateur de saisie ou aiguadier Consultation : tous utilisateurs

6.6.3.2 Les calculs

Les calculs sont faits à partir des données collectées afin de passer successivement :

- des mesures, à un instant t , de cotes (amont et aval) à des débits à ce même instant
- des débits datés à des volumes journaliers.

Les calculs de débits

En usage et fonctionnement normal les calculs de débit sont effectués à chaque saisie ou modification d'une valeur de cote dans un relevé hydraulique.

Cependant, il peut être nécessaire de déclencher, hors opération de saisie ou mise à jour, un calcul de débit :

- pour un ou plusieurs ouvrages
- pour un intervalle de dates défini par une date de début et une date de fin

Les calculs de volumes

Objectif	Calcul des volumes journaliers transitant par un ouvrage
Description	Choix d'un ouvrage, d'un intervalle de temps
Règles de gestion	Choix d'un ou plusieurs ouvrages Choix d'un intervalle de dates Calcul selon les formules de calcul décrites ci-dessus
Données	Relevés hydrauliques Ouvrages Volumes calculés
Fréquence	Mensuelle

	A la demande
Utilisateur	Création, MAJ : opérateur de saisie ou aiguardier Consultation : tous utilisateurs

6.6.4 Les indicateurs de suivi

Les chapitres précédents ont proposé un ensemble d'indicateurs, aux significations complémentaires et particularités selon les points du réseau hydraulique qui font l'objet d'analyse.

Objectif	Production d'indicateurs
Description	Choisir le niveau hydraulique : réseau primaire, distributeur ou partiteur Choisir le canal ou l'ouvrage concerné Choisir le pas de temps Choisir l'intervalle de temps de calcul de l'indicateur Choisir le mode de restitution : graphique, tabulaire, cartographique
Règles de gestion	Se reporter au chapitre précédent
Données	UEM Volume Relevés
Fréquence	Consultation : annuel (fin de campagne) et à la demande
Utilisateur	Consultation : Chef de casier, chef SGE, Chef SERP....

6.6.5 Les agents

Les différents acteurs de la gestion de l'eau sont enregistrés dans le système afin d'une part aider à la gestion des accès et des droits d'utilisation, et d'autre part aider à la saisie en ouvrant des choix guidés par les attributions des acteurs concernés, et enfin conserver la trace des auteurs des relevés, des saisies opérées et des calculs effectués.

Pour ce faire, on enregistre

- Les acteurs avec leurs droits d'accès au système
- Les responsabilités de chacun dans le processus de gestion de l'eau

6.7 Les pré requis

Deux niveaux de pré requis :

- Les uns organisationnels, sur la mise en place d'un protocole de collecte, de traitement et de restitution de l'information
- Les autres matériels, avec en premier lieu la mise en place et le maintien des échelles de mesures nécessaires à la réalisation des relevés

7 Module 5 : Pilotage du réseau

Le pilotage de l'exploitation du réseau est à prendre aux différents échelons hydrauliques, en distinguant ;

1. La stratégie générale d'exploitation qui consiste d'une part, à ce que le réseau primaire et les distributeurs satisfassent au mieux la demande (formulée par le réseau aval partiteur/arroseur) en minimisant les pertes liées au transport et à la distribution et d'autre part, à ce que la demande par hectare cultivé et par campagne soit inférieure à 1400 m³ par hectare cultivé,
2. Le pilotage au sens strict qui consiste, au cours de la campagne, d'ajuster au mieux l'offre en eau à la demande par les réglages adéquats des ouvrages et l'identification puis la correction des dysfonctionnements.

Dans ce contexte, l'estimation des besoins en eau d'irrigation est un paramètre indispensable pour piloter l'exploitation du réseau et plus particulièrement pour :

- permettre de prévoir les débits à apporter en tête de distributeur de telle sorte qu'ils puissent satisfaire la demande
- identifier des dysfonctionnements que pourraient révéler des sur ou sous consommations du réseau dans son ensemble ou de certains partiteurs.

L'estimation de cette demande suppose en particulier que l'on connaisse particulièrement en début de campagne le calendrier de mise en culture.

7.1 L'estimation de la demande en eau.

7.1.1 Limites de la méthode actuelle d'estimation de la demande en eau.

L'estimation de la demande en eau en tête de distributeur basée sur la collecte par l'aiguadier de l'information fournie par les chefs d'arroseurs (surface et stade de la culture en place, superficies dont la mise en culture est prévue au cours de la semaine suivante) a depuis longtemps démontré la médiocrité de la qualité l'information fournie. Si, sur le long terme, on pourrait penser que la sensibilisation des chefs d'arroseurs dans le cadre d'un appui aux organisations paysannes pour améliorer leur capacité à gérer le réseau tertiaire, à court terme il est indispensable de rechercher des solutions alternatives.

7.1.2 Limites de l'analyse des demandes en eau passées.

L'analyse des débits délivrés par hectare aménagé (au niveau distributeur) au cours des années passées ne paraît pas en mesure de donner une information assez fiable pour établir une demande en eau interannuelle moyenne pour une période donnée de la campagne. A cela 2 causes :

- Forte hétérogénéité des débits en début de campagne d'une année sur l'autre en hivernage,
- Difficulté d'analyser les débits sans tenir compte de la pluviométrie en hivernage,
- Très forte hétérogénéité des débits en début de campagne d'une année sur l'autre en contre saison.

7.1.3 Nécessité de mettre en place un système de suivi en démarrage de la campagne.

Afin de caractériser la dynamique du démarrage de la campagne, une solution serait :

- de disposer d'une trentaine d'arroseurs choisis aléatoirement sur les différents partiteurs sur lesquels un suivi précis du calendrier cultural sera réalisé.
- de confronter ces données avec celles fournies par les aiguadiers afin d'estimer le calendrier cultural par partiteur.

On insistera sur le fait que ces informations sont indispensables :

- pour estimer les besoins en eau d'irrigation,
- pour le calcul de tous les indicateurs de suivi dont la détermination prend en compte l'évolution des surfaces mises en culture au cours de la campagne considérée.

7.1.4 Générer la demande en eau à partir du suivi du démarrage de la campagne et des débits spécifiques relatif de la culture.

7.1.4.1 Procédure de calcul

Le débit en tête de distributeur ou partiteur au cours d'une période donnée est égal à la somme des produits des surfaces ayant un même stade par le débit spécifique correspondant à ce stade.

$$Q = \left(\sum_{i=1}^b S_i \cdot Q_{spi} \right) \cdot Eff$$

- Q débit en tête de distributeur ou partiteur,
- Si surface en culture au stade i
- Qspi débit spécifique de la culture au stade i
- b nombre de stade de la culture
- Eff efficacité globale de l'irrigation au niveau distributeur ou partiteur.

7.1.4.2 Utilisation opérationnelle de la demande en eau

Ces données de débit ne sont que des indicateurs de pilotage au niveau du réseau secondaire qu'il s'agira de moduler en fonction de la demande et des aléas pluviométriques.

7.2 Contribution du système d'information au pilotage du réseau primaire.

Il est clair que le système d'information, s'il permettra d'évaluer les performances de ce réseau, d'estimer la demande, ne permet pas de le piloter.

Des outils spécifiques de modélisation dynamique d'un système hydraulique (type SIC, Rootcanal) sont les seuls qui permettent de gérer ce type de système, particulièrement en période de crise, et d'intégrer les contraintes de débits, ligne d'eau et temps de réponse du système.

Le système d'information permettra de disposer de données indispensables à la calibration ou à la validation de tels modèles.

7.3 Contribution du système d'information au pilotage du réseau secondaire.

La distribution de l'eau est conformément à la stratégie générale d'exploitation du réseau secondaire de répondre à la demande. Dans ce contexte, des décisions de moduler les débits en temps réel en fonction de seules données techniques fournies par le système d'information ne peuvent être que limités et se limiteront essentiellement à celles à prendre lors de pluviométries non négligeables ; arrêt de l'alimentation en eau du distributeur (+/- une journée pour 10 mm de pluie).

C'est par contre par l'analyse des performances de l'irrigation, à un pas de temps de l'ordre de la semaine et/ou de la quinzaine, que le rôle du système d'information sera déterminant pour piloter le réseau secondaire.

L'analyse des indicateurs de suivi (au niveau distributeur et partiteur) permettra en effet en cours de campagne et non pas plus après la campagne:

- d'identifier les dysfonctionnement,
- de déterminer si ces performances sont à attribuer au fonctionnement du système hydraulique amont ou au contraire interne au niveau du réseau dysfonctionnant,
- de décider d'intervenir au niveau de l'élément du réseau dont les performances sont mauvaises (sensibilisation, gestion de conflit, problème de maintenance...).

INDICATEURS DE SUIVI PILOTAGE
Indicateurs de suivi pilotage au niveau distributeur
Débit continu délivré l/s/ha
Efficience transport et distribution
Efficience globale irrigation interpartiteur
Efficience globale irrigation
Qualité du service de l'eau
Contrainte d'alimentation en eau du distributeur
Indicateurs de suivi pilotage au niveau partiteur
Débit continu délivré l/s/ha
Adéquation apport A/B
Efficience globale irrigation
Contrainte d'alimentation en eau du distributeur
Drainabilité

7.4 L'organisation informatique

Le système de pilotage et le système de suivi sont articulés l'un avec l'autre. Les prévisions, l'aide à la décision et au pilotage s'effectuent à partir des données de suivi, des indicateurs associés et des données de prévision et de modèles de simulation afin d'avoir des données quantifiées sur les événements à venir.

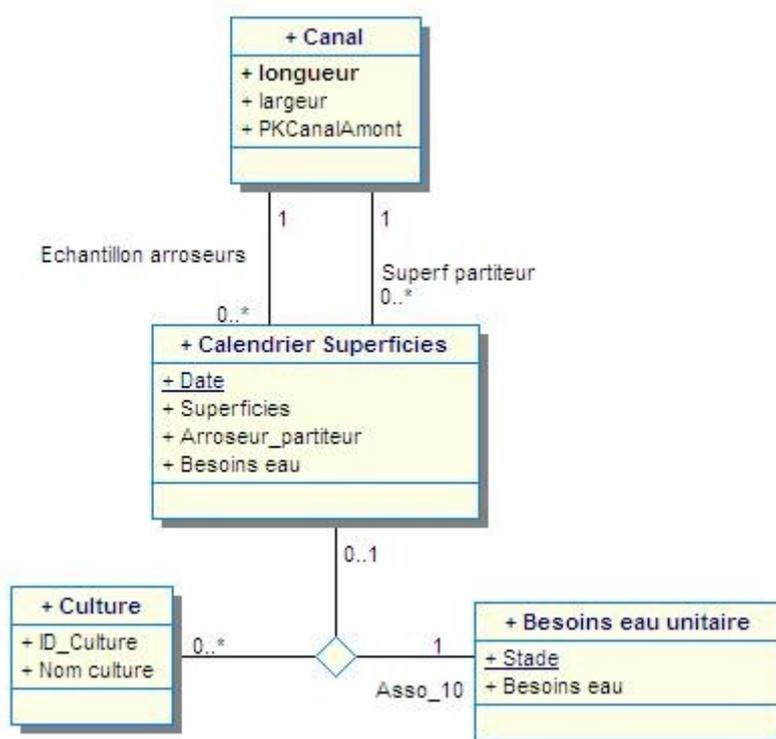
L'organisation informatique de ce module se décline sous une entrée par les données, et une entrée par les fonctionnalités.

7.4.1 Les données

C'est donc l'estimation de la demande en eau qui est prise ici dans sa dimension temporelle avec l'évaluation et l'enregistrement de données en cours de déroulement de la campagne, comme proposé ci-dessus.

Donc le modèle de données fait apparaître :

- Un complément de la classe canal avec la superficie dominée
- Au niveau des canaux, les 30 arroseurs de l'échantillon, et l'ensemble des partiteurs : pour chaque date, des données de superficies de chacune de culture dans leurs différents stades de développement, le calcul des besoins en eau (à partir des superficies et des besoins unitaires).
- Une nomenclature de l'ensemble des cultures.
- Pour chaque culture, et chaque stade de développement, les besoins en eau à l'hectare.



7.4.2 Les fonctionnalités

Trois grands ensembles de fonctionnalités, qui ne seront en l'état actuel de la réflexion que présentés comme des points à approfondir et compléter par une étude spécifique impliquant recueil des besoins des utilisateurs et mise en place de modèles hydrauliques (spécification, estimation et calibration, test et validation...)

7.4.2.1 Besoins en eau

Pour arriver à estimer les besoins en eau, trois grands ensembles de données sont nécessaires : i) la nomenclature des cultures, ii) les besoins en eau par culture et stade de développement, iii) superficie dans chaque culture par stade de développement.

Les données de superficie sont rattachées au canal dont elles dépendent, comme indiqué dans le modèle de classes ci-dessus.

7.4.2.2 Nomenclature des cultures

Il s'agit de tenir la liste des cultures pratiquées : code et libellé.

Objectif	Enregistrer la nomenclature des cultures
Description	Créer, mettre à jour supprimer une culture
Règles de gestion	Contrôle de l'unicité de la culture
Données	Culture
Fréquence	Création, MAJ : à la demande, rarement
Utilisateur	Création, MAJ : administrateur de la base de données

7.4.2.3 Besoins en eau normatifs

Il s'agit de tenir le catalogue, par culture et chacun de ses stades de développement des besoins en eau normés à l'hectare cultivé.

Objectif	Enregistrer les besoins en eau
Description	Créer, mettre à jour supprimer les besoins en eau par stade de développement
Règles de gestion	Contrôle de l'existence de la culture Contrôle de l'unicité du couple (culture, stade)
Données	Besoins unitaires Culture
Fréquence	Création, MAJ : à la demande, rarement
Utilisateur	Création, MAJ : administrateur de la base de données

7.4.2.4 Superficies enquêtées

Comme proposé ci-dessus, un échantillon de 30 arroseurs est suivi de manière permanente avec enregistrement pour chaque période de temps des cultures présentes, et des superficies ventilées selon les différents stade de développement..

Objectif	Enregistrer les superficies sur échantillon test
Description	Créer, mettre à jour supprimer les superficies d'un arroseur de l'échantillon par culture et par stade de développement
Règles de gestion	Rattacher les données à un arroseur Contrôle de l'existence de la culture Contrôle de l'unicité du couple (culture, stade) Calcul des besoins en eau
Données	UEM Calendrier Superficies Besoins unitaires Culture
Fréquence	Création, MAJ : hebdomadaire
Utilisateur	Création, MAJ : Aiguadier ou opérateur de saisie

7.4.2.5 Superficies estimées

A partir de l'échantillon de 30 arroseurs, le chef de casier ou SGE va estimer au niveau de chaque partiteur pour chaque période de temps des cultures présentes, et des superficies ventilées selon les différents stade de développement..

Objectif	Enregistrer les superficies estimées par partiteur
Description	Créer, mettre à jour supprimer les superficies d'un partiteur par culture et par stade de développement
Règles de gestion	Rattacher les données à un partiteur Contrôle de l'existence de la culture Contrôle de l'unicité du couple (culture, stade) Calcul des besoins en eau
Données	UEM Calendrier Superficies Besoins unitaires Culture
Fréquence	Création, MAJ : hebdomadaire
Utilisateur	Création, MAJ : Chef de cassier, SGE ou opérateur de saisie

7.4.2.6 Les indicateurs

Par rapports aux indicateurs de suivi, les indicateurs de pilotage vont se distinguer par le fait qu'il sont calculés en cours de campagne, et donc prenant en compte d'une part les calculs de débits, de volumes, mais d'autre part en se référant aux superficies réellement en culture à la date du calcul.

Les formules sont donc légèrement adaptés de celles du suivi pour prendre en compte cette particularité.

Objectif	Production d'indicateurs pour le pilotage en cours de campagne
Description	Choisir le niveau hydraulique : réseau primaire, distributeur ou partiteur Choisir le canal ou l'ouvrage concerné Choisir la ou les date de calculs Choisir le pas de temps Choisir l'intervalle de temps de calcul de l'indicateur Choisir le mode de restitution : graphique, tabulaire, cartographique
Règles de gestion	Se reporter au chapitre précédent
Données	UEM Volume Relevés Calendriers de superficie
Fréquence	Consultation : en cours de campagne, tous les mois et à la demande
Utilisateur	Consultation : Chef de casier, chef SGE, Chef SERP....

7.4.2.7 Modèles et simulation

Comme annoncé ci-dessus, il n'est possible en l'état actuel des connaissances, que de dire qu'un accès à des modèles de simulation devra être possible, à terme, dans le logiciel Vision.

8 Conclusion

Les modules 4 et 5 du logiciel Vision constituent le cœur du métier de l'Office du Niger car touchant à la raison d'être de l'entreprise : le service de l'eau à destination de ses usagers.

La mission a permis de jeter les bases du système de suivi des consommations en préparant son intégration dans le système global, et d'envisager une ébauche du système de pilotage.

Cependant, la complexité du problème, dans sa dimension suivi, mais surtout dans sa dimension pilotage apparaît bien après ces 15 jours de réflexion. Par ailleurs, et au-delà de l'aspect technique, c'est encore plus la dimension organisationnelle, humaine et sociale de la gestion de l'eau et de la gestion de l'information afférente.

Aller plus avant ne peut se faire sans une implication directe et active à la fois des agents de l'Office du Niger qui ont en charge le service de l'eau, mais aussi les usagers de ce service. Ce n'est qu'à ce prix que l'on pourra identifier, envisager et définir une manière plus efficace d'assurer ce service de l'eau en profitant bien d'un système de gestion de l'information conséquent et ainsi mettre en place les préalables d'écoute indispensables à l'appropriation d'un système conçu en impliquant ses utilisateurs.

9 ANNEXES

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Agent

Agent

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	x	02/11/2006	02/11/2006			

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
	nom de l'agent	A (32,)		+			
	Id agent	A (32,)		+			
	Date embauche	D (8,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Barrage

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
WinDesign	MOMO	13/11/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
ouvrage de gestion hydraulique	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
type		A (32,)		+			
longueur du barrage fixe		A (32,)		+			
longueur du barrage mobile _		A (32,)		+			
hauteur		A (32,)		+			
nombre de travé		A (32,)		+			
nombre de hausses		A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Besoins eau unitaire

Besoins eau unitaire

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	19/12/2006	19/12/2006			

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Stade		A (3,)		+			
Besoins eau		DEC (10,2)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Bief

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplcité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	MOMO	02/11/2006	11/11/2006			

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
CodeBief	CODEBIEF	AV (5,)		+			Code d'un bief
NomBief	NOMBIEF	AV (50,)		+			Nom du bief
LongueurBief	LONGUEURBIEF	DEC (10,2)		+			Longueur du bief
NombreCanauxAlimentes	NOMBRECANAUXALIMENTES	DEC (10,2)		+			Nombre de canaux alimentés
SurfaceIrriguee	SURFACEIRRIGUEE	DEC (10,2)		+			La surface irriguées
NatureCommande	NATURECOMMANDE	AV (20,)		+			Nature de la commande
PenteLongitudinale	PENTELONGITUDINALE	DEC (10,2)		+			Pente longitudinale
DebitNominal	DEBITNOMINAL	DEC (10,2)		+			Débit nominal dimensionnement
CoteAmont	COTEAMONT	AV (20,)		+			Côte amont
CoteAval	COTEVAL	AV (20,)		+			Côte aval
LargeurPlafond	LARGEURPLAFOND	DEC (10,2)		+			Largeur au plafond
HauteurRevanche	HAUTEURREVANCHE	DEC (10,2)		+			Hauteur de la revanche
PenteInterieureTalus	PENTEINTERIEURETALUS	DEC (10,2)		+			Pente intérieure du talus
PointKmDebut	POINTKMDEBUT	DEC (10,2)		+			Point kilométrique de début du bief
PointKmFin	POINTKMFIN	DEC (10,2)		+			Point kilométrique de fin du bief

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Calendrier Superficies

Calendrier Superficies

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	19/12/2006	19/12/2006			

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Date		D (8,)		+			
Superficies		DEC (10,2)		+			
Aroseur_partiteur		BOO (1,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Canal

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	MOMO		02/11/2006		19/12/2006	

Hérite de

nom	libellé
UEM	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
longueur		A (32,)		+			Point kilométrique sur le canal amont
largeur		A (32,)		+			
PKCanalAmont	PKCANALAMONT	DEC (10,2)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Casier

Casier

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Loïc ELIES	02/11/2006	13/11/2006			

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
CodeCasier	CODECASIER	AV (15,)		+			Code du casier
LibelleCasier	LIBELLECASIER	AV (50,)		+			Libellé du casier

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Culture

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	Tera		19/12/2006		19/12/2006	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
ID_Culture		A (3,)		+			
Nom culture		A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Echelle de drainage

Echelle de drainage

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	17/11/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
ouvrage de gestion hydraulique	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Cote 0 de l'échelle de drain		DEC (10,2)		+			
Nb éléments de échelle de drain		A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

INFORMATIONS

INFORMATIONS

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>	
Win'Design	Loïc ELIES		02/11/2006	02/11/2006		

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
ValeurInfo	VALEURINFO	AV (20,)		+			Valeur de l'information liée à l'ouvrage

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		INFO_OUVRAGE

INFO_OUVRAGE

INFO_OUVRAGE

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Loïc ELIES	02/11/2006	02/11/2006			

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
CodeInfoOuvrage	CODEINFOOVRAGE	AV (15,)		+			Code de l'information propre à un type d'ouvrage
LibelleInfoOuvrage	LIBELLEINFOOVRAGE	AV (50,)		+			Libellé de l'information propre à un type d'ouvrage

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Module à masque

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	Tera		12/12/2006		18/12/2006	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Type de module		A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		OUVRAGE

OUVRAGE

OUVRAGE

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Loïc ELIES	02/11/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
UEM	

Généralisation de

nom	libellé
ouvrage de gestion hydraulique	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
PKCanalAssocie	PKCANALASSOCIE	DEC (10,2)		+			Point kilométrique sur canal associé
Prise ou Régulation		A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Orifices

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	Tera		16/11/2006		18/12/2006	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Id_Orifice		A (32,)		+			
Cote du radier		DEC (10,2)		+			
Type d'orifice		A (1,)		+			
Largeur ou diamètre de l'orifice		DEC (10,2)		+			
Hauteur de l'orifice		DEC (10,2)		+			
Nombre de dents vanne fermée		NS (2,)		+			
Hauteur d'une dent		DEC (10,2)		+			
Nombre total de dents		NS (2,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Ouvrage module à masque

Ouvrage module à masque

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	16/11/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
ouvrage de gestion hydraulique	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Cote seuil		DEC (10,2)		+			
Débit installé		DEC (10,2)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Relevé

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
WinDesign	Tera	16/11/2006	18/12/2006			

Généralisation de

nom	libellé
Relevé vanne plate Relevé MM Relevé vanne auto Relevé régulateur statique Relevé Barrage	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Jour relevé		D (8,)		+			
Heure relevé		D (8,)		+			
Minute relevé		NS (2,)		+			
Cote PE lue sur échelle amont		DEC (10,2)		+			
Cote PE lue sur échelle aval		DEC (10,2)		+			
Débit effectif		DEC (10,2)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Relevé Barrage

Relevé Barrage

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>		Sur barrage				
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	10/11/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
relevé hydraulique Relevé	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
débit		A (32,)		+			
Cote amont poste de garde		DEC (10,2)		+			
Cote aval barrage		DEC (10,2)		+			
Cote aval Kirango		DEC (10,2)		+			
Nombre portes en position 1		N (4,)		+			
Nombre portes en position 2		N (4,)		+			
Nombre portes en position 4		N (4,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Relevé MM

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	Tera		12/12/2006		18/12/2006	

Hérite de

nom	libellé
Relevé	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Débit Nominal		DEC (10,2)		+			
Nombre Vannettes		NS (2,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Relevé météo

Relevé météo

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	10/11/2006	15/11/2006			

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
	Numéro relevé météo	N (4,)		+			
	Date	DH (12,)		+			
	Pluie (mm)	N (4,)		+			
	Qualité	A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Relevé orifice

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	Tera		16/11/2006		18/12/2006	

<i>Liste des Attributs</i>

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Id_Relevé_Porte		A (32,)		+			
Nbre dents		NS (2,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Relevé régulateur statique

Relevé régulateur statique

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	12/12/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
Relevé	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Bouchon (O_F)		BOO (1,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Relevé vanne auto

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	
Win'Design	Tera		12/12/2006		18/12/2006	

Hérite de

nom	libellé
Relevé	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
	Indicateur ouverture vanne	DEC (10,2)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Relevé vanne plate

Relevé vanne plate

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	12/12/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
Relevé	

Station Météo

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	Tera		10/11/2006		15/11/2006	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
ID_Station		A (8,)		+			
Nom de la station		A (32,)		+			
Longitude		DEC (10,2)		+			
Latitude		DEC (10,2)		+			
Altitude		NS (2,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		UEM

UEM
UEM

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Loïc ELIES	02/11/2006	11/11/2006			

Généralisation de

nom	libellé
Canal OUVRAGE	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
CodeUem	CODEUEM	AV (10,)		+			Code de l'UEM
DesignationUem	DESIGNATIONUEM	AV (50,)		+			Désignation de l'UEM
DateCreation	DATECREATIONUEM	DH (12,)		+			Date de création de l'UEM
DateRehabilitation	DATEREHABILITATIONUEM	DH (12,)		+			Date de réhabilitation de l'UEM
DateDernierEntretien	DATEDERNIERENTRETIENUEM	DH (12,)		+			Date du dernier entretien de l'UEM
TypeUem	TYPEUEM	AV (15,)		+			Type de l'UEM (canal ou ouvrage)
ResponsableEntretienUem	RESPONSABLEENTRETIENUEM	AV (20,)		+			Responsable de l'entretien de l'UEM (Exploitant, Office du Niger, Etat)

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Vanne Plate

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	Tera		16/11/2006		18/12/2006	

Hérite de

nom	libellé
ouvrage de gestion hydraulique	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Nombre d'orifices		NS (2,)		+			
Cote 0 de l'échelle amont		DEC (10,2)		+			
Cote 0 de l'échelle aval		DEC (10,2)		+			
PE débit nominal amont		DEC (10,2)		+			
PE débit nominal aval		DEC (10,2)		+			
PE max amont		DEC (10,2)		+			
PE max aval		DEC (10,2)		+			
PE min aval		DEC (10,2)		+			
PE min amont		DEC (10,2)		+			
Type de système d'ouverture		A (1,)		+			
Nb éléments de échelle amont		A (32,)		+			
Nb éléments de l'échelle aval		A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		Vanne automatique AVIS_AVIO

Vanne automatique AVIS_AVIO

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	Tera	16/11/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
ouvrage de gestion hydraulique	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Type de vanne		A (32,)		+			
Largeur vanne		DEC (10,2)		+			
Rayon vanne		DEC (10,2)		+			
Rayon flotteur		DEC (10,2)		+			
Cote seuil		DEC (10,2)		+			
Débit d'équipement		DEC (10,2)		+			
PE Aval Q0		DEC (10,2)		+			
PE Aval Qmax		DEC (10,2)		+			
PE Amont Q0		DEC (10,2)		+			
PE Amont Qmax		DEC (10,2)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Volumes (calculés)

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>		<i>Date modification</i>	<i>validé</i>
Win'Design	Tera		18/12/2006		18/12/2006	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
Jour		D (8,)		+			
Volume		DEC (10,2)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	CLASSE Fiche
d décembre yyyy		ouvrage de gestion hydraulique

ouvrage de gestion hydraulique

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>	<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>		
Win'Design	x	02/11/2006	18/12/2006			

Hérite de

nom	libellé
OUVRAGE	

Généralisation de

nom	libellé
prise module à masques	
Prise ou régulateur automatique	
Prise ou régulateur vanne plate	
Barrage	
Régulateur statique	
Déversoir statique	
Siphon	
Déversoir en siphon	
Vanne Plate	
Ouvrage module à masque	
Vanne automatique	
AVIS_AVIO	
Seuil fixe	
Echelle de drainage	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
côte de consigne amont		DEC (10,2)		+			
côte de consigne aval		DEC (10,2)		+			
cote nominale		DEC (10,2)		+			
Prise ou régulateur ou déversoir		A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

relevé hydraulique

Description						
<i>Annotation :</i>						
<i>Texte bloc notes</i>						
<i>Contrainte</i>						
caractéristiques						
<i>Stéréotype</i>	<i>Visibilité</i>	<i>Multiplicité</i>	<i>Abstraite</i>	<i>Persistante</i>	<i>Terminale</i>	<i>Racine</i>
	+	*				
Administration						
<i>Domaine</i>	<i>Auteur</i>		<i>Date création</i>	<i>Date modification</i>	<i>validé</i>	
Win'Design	Loïc ELIES		02/11/2006	18/12/2006		

Généralisation de

nom	libellé
Relevé Barrage	

Liste des Attributs

Nom	nom logique	type	Idt	Vis	O	D	descriptif
numéro relevé		A (32,)		+			
Date		A (32,)		+			
Heure		A (32,)		+			
Prise noyée		BOO (1,)		+			
débit_Mesuré		DEC (10,2)		+			
débit_Calculé		DEC (10,2)		+			
remarque		A (32,)		+			
cote amont		A (32,)		+			
cote aval		A (32,)		+			
Position (vanne auto)		A (32,)		+			

Idt = identifiant ; Vis =visibilité , O = obligatoire , D = dérivé

Accueil Win'Design version 7	Surfaces cultivées <i>version (1)</i>	<i>ATTRIBUT_OBJ Liste</i>
d décembre yyyy		

LISTE DES ATTRIBUTS
Surfaces cultivées

Nom	nom logique	type	Idt	O	C	descriptif	CLASSE
Aroseur_partiteur		BOO (1,)					Calendrier Superficies
Besoins eau		DEC (10,2)					Besoins eau unitaire
Date		D (8,)					Calendrier Superficies
ID_Culture		A (3,)					Culture
Nom culture		A (32,)					Culture
PKCanalAmont	PKCANALAMONT	DEC (10,2)				Point kilométrique sur le canal amont	Canal
Stade		A (3,)					Besoins eau unitaire
Superficies		DEC (10,2)					Calendrier Superficies
largeur		A (32,)					Canal
longueur		A (32,)					Canal

Idt = identifiant , O = obligatoire , C = calculé