

**ETUDE DE L'APPROVISIONNEMENT
DES RESSOURCES EN EAU
DES STATIONS DE LAVAGE DE CAFE**

Juin 2005

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	ii
LISTE DES GRAPHIQUES	ii
EXECUTIVE SUMMARY	iii
Key findings.....	v
Recommendations.....	vi
1. INTRODUCTION	1
2. « CYCLE » DE L'EAU DANS UNE STATION DE LAVAGE DE CAFÉ.....	2
3. L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES STATIONS DE LAVAGE DE CAFE.....	4
3.1. Besoins en eau.....	4
3.2. Ressources en eau.....	7
4. CONCEPTION – DESIGN – EQUIPEMENT DES ADDUCTIONS	12
4.1. Captage.....	12
4.2. Adduction : conduites et accessoires.....	19
4.3. Station : réservoir de stockage – distribution	23
4.4. Circuit de recyclage : séparateur de pulpes, pompes	24
5. TRAITEMENT DES DECHETS SOLIDES ET LIQUIDES	26
5.1. Compostage des pulpes	26
5.2. Traitement des eaux usées	28
6. DESIGN ET CONSTRUCTION DES INFRASTRUCTURES.....	30
ANNEXES: RAPPORTS DETAILLES DES STATIONS DE LAVAGE.....	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cycle de l'eau dans une station de lavage.....	3
Figure 2 : Mesure de débit au chronomètre	8
Figure 3 : Profil schématique d'un captage et d'une adduction	12
Figure 4 : Captage longitudinal	15
Figure 5 : Captage transversal.....	16
Figure 6 : Chambre de collecte	17
Figure 7 : Captage sur ruisseau – largeur ~1.5 à 2.0 m	18
Figure 8 : Vidange	20
Figure 9 : Profils et risques de blocage par poche d'air	20
Figure 10 : Ventouse simplifiée.....	21
Figure 11 : Brise charge.....	22
Figure 12 : Fosse à pulpe avec drainage de fond	27
Figure 13 : Méthode de compostage chinoise	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Besoins en eau pour différentes capacités de stations de lavage	6
Tableau 2 : Approvisionnement en eau actuel et potentiel de chaque station visitée.....	10
Tableau 3 : Équipements de adductions des stations de lavage visitées.....	22
Tableau 4 : Dispositif de recyclage des stations de lavage visitées	25
Tableau 5 : Superficies de percolation fosse cubique et tranchée de même volume	29

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Achats de cerises pendant la campagne 2004 à Nkora.....	5
---	---

EXECUTIVE SUMMARY

In the context of implementing the new coffee quality strategy for the coffee sector adopted by the Government of Rwanda and aiming at revitalizing the coffee industry, significant efforts are being deployed to invest in modern primary processing infrastructures (mainly Coffee Washing Stations - CWS), so that the coffee industry can compete on the basis of the quality of coffee produced rather than the quantity.

USAID is one of the key partners of the Rwanda coffee industry dedicated to coffee quality improvement. Through the ADAR Project, significant support has been provided to CWS construction through assistance to investors in business plan development, follow up construction, training of CWS staff in various aspect of fully washed coffee production, and in market research for the high quality coffee produced by those coffee washing stations.

ADAR assisted two CWS in 2002 and 2003, with the number increasing to eight in 2004. In 2005, 13 new coffee washing stations were completed. From an estimated total of forty coffee washing stations countrywide, the ADAR Project will be assisting one third of all existing coffee washing stations.

Currently, the project has successfully assisted investors in designing new CWS which, for the most part, were operational during the 2005 season.

Adequate water supply is a one of the major conditions for CWS to operate properly. New washing stations need to be set up at sites with an adequate supply of water; however, this does not always occur due to poor evaluation of water availability before the establishment of the washing station. Moreover, water sources used to supply CWS are also used to supply local communities, making it difficult for other developments project to use the same source to meet their water requirements. Although the quantities of coffee processed thus far are substantially below their design capacity, many washing stations assisted by the project have already experienced water shortage problems during the processing season, even when equipped with water recycling systems.

Almost all of the CWS already operating have not yet conducted an exhaustive evaluation of the water resources available at their installation sites to determine if their water requirements will be satisfied.

It is in that context that the project conducted an assessment of water resource availability at the newly constructed CWS, to insure that they can be fully operational in the future. The assessment was carried out by a water engineer hired by ADAR.

The first task was to assess water availability at construction sites of new coffee washing stations. The following aspects were investigated:

- Water requirements for the new washing stations based on their nominal capacity;
- Precautions taken to economize water use at the washing stations (existence of a recycling process or not);
- The current available water resources during the processing season (which is the rainy season)
- Competitors of the washing station insofar as water use is a concern (domestic use by local rural communities, other users such as schools, irrigation programs, etc.)

The collected information enabled a characterization of the adequacy of the water supply at each coffee washing station, in addition to proposed solutions for improving the water supply at the washing stations (especially in cases of multi-purpose water uses, e.g. if the water is also the source of drinking water for the local population).

In the cases where identification of a second water source was the only solution available (see the second task below) then recommendations were provided for incorporation into the formulation of a subsequent consultancy.

The second task was to develop guidelines for proper management of existing water resources. It was observed that in many cases, water resources were adequate to meet both the needs of the coffee washing station and local communities, but that water resources were not properly exploited so as to meet the needs of both users. This usually was a result of a lack of knowledge on proper exploitation of water resources and/or simply because of washing station owners' failure to take any measures until they suffered losses due to water shortages during the coffee processing season

Recommendations were made as to what practical precautions need to be taken to insure satisfaction of both the washing stations and the local communities at each of the newly constructed coffee washing stations.

Key findings

- Although adequate water resources, both in term of quality and quantity, are available at an acceptable distance from most of the stations, only low capacity sources were captured in most cases. Among the 17 CWS visited, only will not be able to meet their water requirements and will probably have to scale down their production capacity.
- Evaluations of water requirements to meet the design capacity of the stations were underestimated. However, the processing capacity of the stations seemed to be overestimated in terms of potential cherries to be collected, management capacity, area available for drying and solid and liquid waste treatment capacity. A 100 T parchment capacity seems to be a more realistic figure for many “200 T stations”. In this case the minimum flow which should be collected would be 4 m³/h if full recirculation of the water is applied and a minimum storage capacity of 75 m³ is in place.
- Design and construction of water supplies and distribution systems within the stations were generally poor and inefficient, which has a negative effect on the operations of the CWS during the peak period of the coffee season; also, maintenance is difficult and costly: basic structures like washouts and air-valves were missing in most water supplies, inappropriate diameters and hydraulic equipment were used.
- Although many stations are currently facing acute water shortages and difficulties in waste water treatment, only two among 17 visited were actually practicing water recycling at the station.
- Where waste water treatment was operational, almost all percolation pits were saturated due to insufficient capacity of the pits, lack of recycling and soil characteristics.
- Solid wastes (skins) were not properly disposed of. Inappropriate skin separators clog quickly and water flows with the skins onto the heaps. Under these conditions, anaerobic fermentation occurs which produces noxious odours and hinders the composting process.
- Many stations have been improperly sited on steep slopes, which has led to unnecessary earthworks, deep soaking tanks, and huge supporting walls.

Recommendations

- Appropriate designs should be developed for the water supplies equipment and systems. Guidelines and simple designs for washouts, air-valves, tanks, and intake structures were proposed.
- For many stations, small diversion structures in stone masonry located on streams nearby the stations could be constructed which would provide enough water. Where such streams do not exist, sources were located in order to meet the required flow.
- Meetings should be held with the station owners in order to proceed to the detailed surveys and the works.
- Appropriate locations for the establishment of new stations should be selected as this is critical for good operations. Standard detailed designs of CWS should be developed and guidance should be provided to investors.
- A special attention should be placed on establishing effective recycling of water in order to minimize water consumption and decrease the volume of percolation devices. Appropriate designs for skin separators should be provided to minimize clogging.
- Simple composting methods such as the Chinese Covered Pile method can be applied in order to avoid bad smells and increase the value of the by products from the CWS.
- In situations where the CWS is located on steep slopes, treatment of waste water could be done through trenches rather than pits. Drainage pipes could be put between trenches in order to avoid saturation of the soil.

1. INTRODUCTION

La production d'un café « *fully washed* » de qualité supérieure n'est pas possible sans un approvisionnement en eau suffisant. La plupart des stations de lavage construites récemment et appuyées par le projet ADAR connaissent ou connaîtront à court terme des problèmes sévères d'approvisionnement en eau.

D'une manière ou d'une autre, toutes les stations visitées présentent des lacunes flagrantes pour le volet « eau », que ce soit au niveau du captage, de l'adduction, du stockage, de la distribution ou du recyclage et du traitement.

Le but de la mission était donc (a) de constater ou non l'existence d'un problème lié à l'approvisionnement en eau, (b) d'apprécier l'approvisionnement en eau actuel de la station tant du point de vue qualitatif que quantitatif, (c) d'estimer les besoins actuels et futurs et (d) de rechercher des ressources en eau supplémentaires afin d'assurer un approvisionnement suffisant en période de pointe tout en prenant en compte les besoins en eau des populations pour d'autres activités, pour la boisson et l'usage domestique.

Parallèlement et de manière logique, la mission s'est intéressée à la conception et au dimensionnement des installations hydrauliques existantes en amont, dans et en aval de la station, afin de proposer des améliorations possibles tant du point de vue de la gestion partagée de la ressource en eau que de la technologie et des équipement utilisés.

Enfin, comme l'eau et l'environnement sont étroitement liés, la visite de chaque station a aussi fait l'objet d'un examen attentif des impacts environnementaux ce qui a permis de formuler différentes recommandations pour améliorer le processus tout en respectant scrupuleusement l'environnement.

En annexe, ces différentes questions sont traitées en détail pour chaque station visitée.

2. « CYCLE » DE L'EAU DANS UNE STATION DE LAVAGE DE CAFÉ

Le « cycle »¹ de l'eau dans une station de lavage de café peut être fractionné en trois étapes :

- la ressource : captage à partir d'une eau de surface ou souterraine, on recherche une eau la plus propre possible, exempte de produit chimique, correctement balancée du point de vue des éléments minéraux et de son pH ;
- l'eau du process, intervenant dans 4 opérations permettant de produire du café *fully washed* : le dépulpage, la fermentation, le gradage et le trempage ;
- les eaux usées issues du circuit de recyclage, chargées en mucilage et devant subir un traitement avant rejet dans la nature.

Une partie de l'eau du process doit être recyclée plusieurs fois avant d'être évacuée vers les fosses de percolation. Cette manière de procéder permet de réduire d'un facteur 3 à 4 les quantités d'eau consommées.

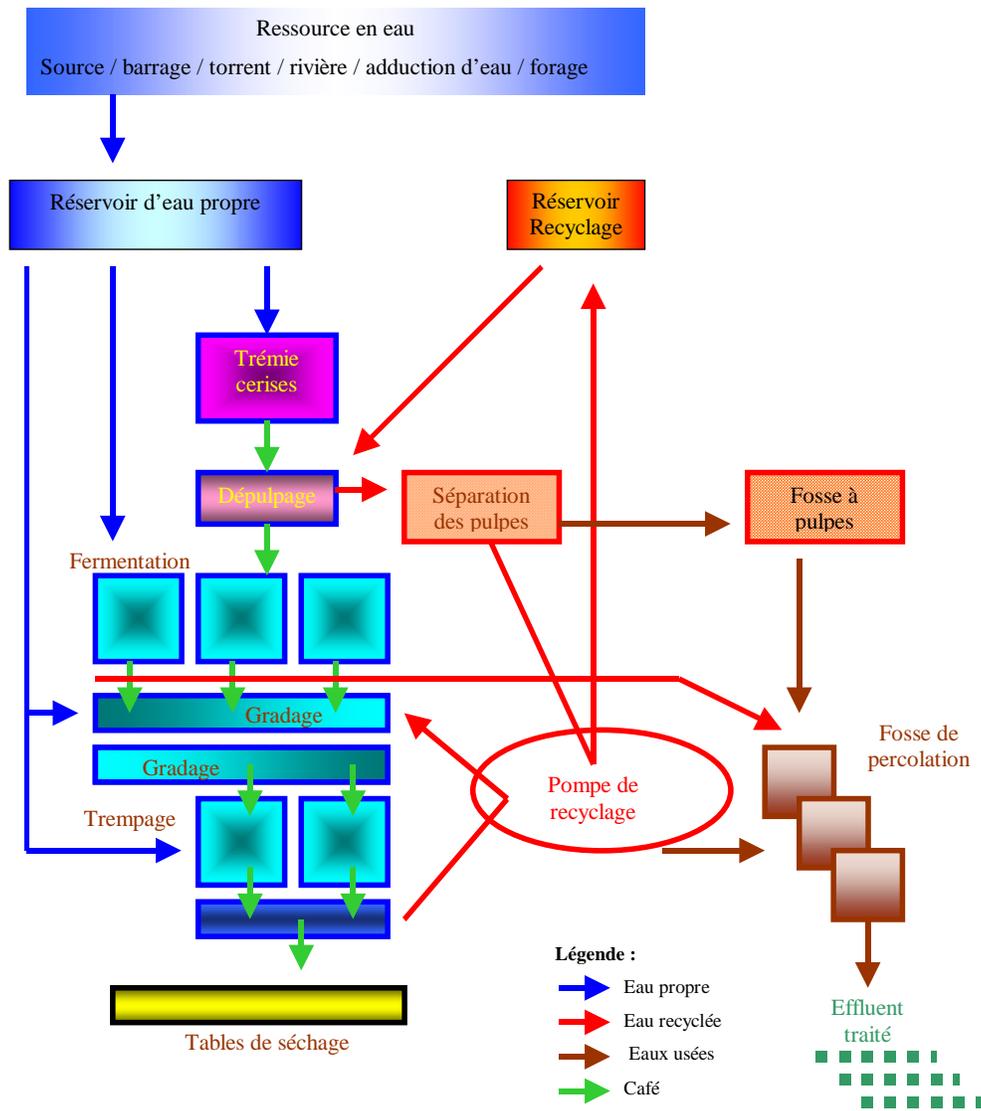
Le tableau ci-dessous présente le cycle de l'eau d'une station de lavage.

On remarque que l'eau « propre », **en bleu**, est utilisée pour la fermentation, le gradage et le trempage.

L'eau de recyclage, **en rouge**, est principalement utilisée pour le dépulpage, elle provient de l'opération de dépulpage précédente, après séparation des pulpes. Les eaux de fermentation, **en brun**, sont très fortement chargées en mucilage et ne doivent normalement pas être recyclées. Celles du gradage et du trempage sont réutilisées pour le dépulpage ou en cas de pénurie d'eau, on peut court-circuiter la conduite de refoulement entre la pompe et le réservoir de recyclage et diriger les eaux de trempage et de gradage vers le canal de gradage pour effectuer les premiers gradages avant d'utiliser de l'eau « propre ».

¹ En fait, il ne s'agit pas d'un véritable cycle, puisque l'eau qui sort de la station de lavage rejoint les cours d'eau de surface ou la nappe phréatique.

Figure 1 : Cycle de l'eau dans une station de lavage



3. L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES STATIONS DE LAVAGE DE CAFE

3.1. Besoins en eau

Bien que l'approvisionnement en eau soit un élément clé pour la production du café *fully washed*, on est assez étonné de trouver finalement peu de références bibliographiques à ce sujet.

En l'absence d'études spécifiques², il est communément admis que pour produire 1 tonne de café parche on a besoin de :

- ↳ 80.0 m³ d'eau si on ne pratique pas de recyclage ;
- ↳ 53.0 m³ d'eau si on recycle partiellement – uniquement les eaux de dépulpage;
- ↳ 22.5 m³ d'eau si on recycle « totalement » - les eaux de dépulpage, de gradage et de trempage.

La plupart des stations visitées ne recyclent pas encore leurs eaux. En fait seules 2 stations sur 15 effectuent un recyclage total cf. Tableau 4 ci-après.

Pour mieux appréhender les besoins en eau d'une station de lavage au cours d'une campagne, on peut aussi raisonner par tonne de cerises. En admettant que 5 tonnes de cerises donnent 1 tonne de parche, on en déduit que pour traiter 1 tonne de cerises on a besoin de :

- ↳ 16 m³ d'eau si on ne pratique pas de recyclage ;
- ↳ 10.6 m³ d'eau si on recycle partiellement ;
- ↳ 4.5 m³ d'eau si on recycle « totalement ».

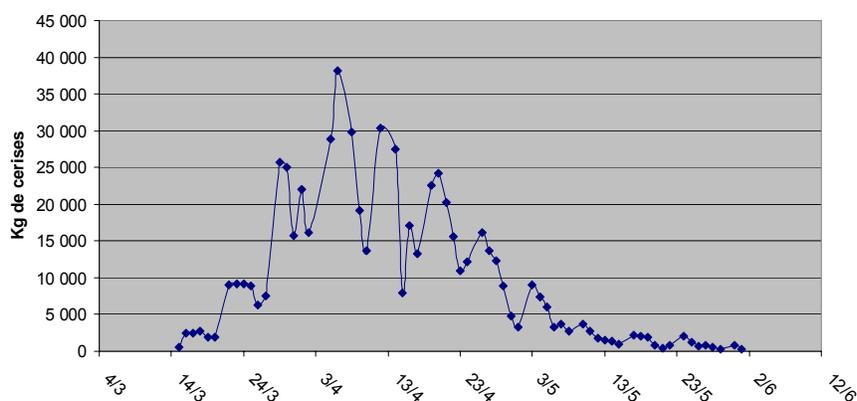
Compte-tenu des quantités très importantes d'eau consommées chaque jour par une station de lavage, il est impossible, ou en tout cas peu économique, de stocker de l'eau pour plus d'une journée. Cela impliquerait un surdimensionnement des infrastructures de stockage de l'eau. On doit donc raisonner sur base de 24 h.

² Processing technology and factory management for fully washed mild arabica. Operator's handbook. Alan Finney.

Le dimensionnement de l'approvisionnement en eau de la station doit permettre de faire face au pic de consommation de la station qui correspond logiquement au pic d'approvisionnement en cerises de la campagne. Peu de données sont actuellement disponibles au Rwanda et le calcul pourra éventuellement être ajusté dans le futur en fonction des zones de productions. En effet, la campagne café dans le Bugesera est probablement différente de celle au Kivu ou dans le plateau central.

Les données disponibles pour la station de Nkora montrent que pour la campagne 2004, un peu plus de 600 T de cerises ont été traitées, ce qui a permis de produire environ 120 T de café parche. Le graphique 1 montre qu'après une montée en puissance de 2 à 3 semaines, on atteint rapidement un pic de près de 40 T/jour de cerises et un approvisionnement soutenu de 25 à 30 T de cerises pendant plusieurs jours. C'est sur cette moyenne de pointe de campagne que l'approvisionnement en eau de la station doit être calculée. Considérer la valeur isolée du pic maximum, 40 T, conduirait à un surdimensionnement non économique des équipements d'adduction et de stockage d'eau pour la station.

Graphique 1 : Achats de cerises pendant la campagne 2004 à Nkora



En l'absence de données sur plusieurs campagnes dans différentes zones de production, il est difficile voire hasardeux d'établir des statistiques fiables sur l'ampleur du pic escompté pour une station donnée. Cependant, en toute première approche, une estimation a été effectuée et, faute de mieux, servira de base aux calculs des besoins en eau des stations de lavage.

Comme hypothèse de base, on posera que le pic de la campagne correspond à 4% de la capacité de design de la station de lavage, ce qui correspond par exemple pour Nkora à environ 25 T. L'exploitation statistique ultérieure des données de campagne des stations du pays permettra de préciser ces premiers résultats.

Le tableau ci-après propose les quantités d'eau nécessaires en fonction de la capacité de la station de lavage. A part la station de Nkora dont la capacité de design est de 400 T de parche - qui ne tourne à présent qu'au quart de sa capacité- les stations supportées par ADAR ont une capacité variant de 80 – 100 T à 200 T.

Compte-tenu du potentiel de production de cerises du pays, de la densité de stations de lavages, des ressources en eau souvent limitées et de la contrainte foncière au Rwanda, il nous paraît irréaliste de construire des stations de plus de 200 T.

Tableau 1 : Besoins en eau pour différentes capacités de stations de lavage

Capacité (T/campagne)		Pic (T/jour)		Besoins en eau journalier (m³/j)			Equivalent m³/h (*)		
<i>Parche</i>	<i>Cerises</i>	<i>Parche</i>	<i>Cerises</i>	<i>Full</i>	<i>Partial</i>	<i>Zero</i>	<i>Full</i>	<i>Partial</i>	<i>Zero</i>
50	250	2	10	45	106	160	2	4	7
75	375	3	15	68	159	240	3	7	10
100	500	4	20	90	212	320	4	9	13
125	625	5	25	113	265	400	5	11	17
150	750	6	30	135	318	480	6	13	20
175	875	7	35	158	371	560	7	15	23
200	1 000	8	40	180	424	640	8	18	27

Hypothèses de base:

- 1 T de parche = 5 T de cerises
 - Pic de campagne = 4% de la capacité (T) de la station
 - Full recirculation = 22.5m³ d'eau / tonne de parche
 - Partial recirculation = 53m³ d'eau / tonne de parche
 - Zero recirculation = 80m³ d'eau / tonne de parche
- (*) sur base d'un approvisionnement de 24 h.

Il sortait du cadre de la mission d'établir si la capacité de design en terme de production de café parche, des stations visitées était réaliste. Il est cependant assez évident que, d'une part pour des questions d'organisation³, et d'autre part pour des raisons liées à la compétition sur l'achat des cerises dans le cadre d'un marché où la demande est fortement croissante et l'offre relativement stable, une capacité réaliste tournera autour de 100 à 125 T de parche/an.

Le tableau ci-dessus montre très clairement la limite imposée par la ressource en eau sur la capacité de la station de lavage : pour une capacité de 100 à 125 Tonnes de parche, on voit que l'on doit garantir un débit minimum de 5 m³/h si l'on pratique scrupuleusement le recyclage complet des eaux de la station; le débit doit être doublé pour atteindre 11 m³/h si le recyclage des eaux n'est pas optimisé. Ce débit n'est pas toujours disponible sur le terrain.

Les visites de terrain montrent que le recyclage des eaux est complètement négligé quand l'approvisionnement en eau n'est pas une contrainte, que ce soit parce qu'une ressource en eau abondante est disponible ou parce que les quantités traitées sont très faibles. Il est évident qu'à l'avenir avec la montée en puissance des stations, les besoins vont augmenter très fort et largement dépasser les ressources en eau. Il est donc important, à ce stade-ci d'appuyer les différentes stations dans la mise en place de circuits de recyclage performants. Le calcul des besoins en eau des stations est donc basé sur l'hypothèse que le recyclage maximum sera réalisé.

3.2. Ressources en eau

La ressource doit être caractérisée sous l'angle de la qualité et de la quantité potentiellement captable sans interférer avec les autres activités consommatrices d'eau en aval.

La bibliographie consultée est relativement laconique sur la qualité de l'eau exigée pour les stations de lavage : l'eau doit être claire, exempte de pollution organique ou chimique (engrais, pesticides), correctement balancée du point de vue de son pH.

On note cependant que la plupart des stations visitées ont systématiquement été capter des sources, parfois à des distances considérables, afin d'avoir une eau la plus pure possible. Ces sources sont généralement de faible débit et ne permettent malheureusement pas de garantir un approvisionnement suffisant de la station.

Par contre, le réseau hydrographique du Rwanda est relativement dense et bien approvisionné en saison des pluies. Les eaux des ruisseaux, si elles ne sont pas potables au sens des normes de l'OMS, sont généralement de qualité suffisante pour leur utilisation dans des stations de lavage.

Plusieurs alternatives existent donc et ont été identifiées pour renforcer autant que possible l'approvisionnement en eau moyennant un investissement raisonnable. Priorité a évidemment été donnée aux options gravitaires. Parmi celles-ci, pour des raisons économiques évidentes, le captage de gros débits a été préféré au captage de multiples petits débits : peu de sources sont à même de fournir un débit de 5 m³/h, par contre le recours à des petits ouvrages de captage sur des ruisseaux de montagne permettent d'assurer sans problème l'approvisionnement des stations.

³ Disponibilité de terrain pour les tables de séchage, capacité de traitement des effluents, logistique générale de la station de lavage notamment

Un jaugeage systématique des sources et ruisseaux captés et potentiellement captables dans un rayon de 3 km maximum a été réalisé afin de proposer des solutions techniques adaptées aux différentes conditions rencontrées.

La méthode utilisée est assez rudimentaire et peut être facilement réalisée sur le terrain si on dispose d'un seau ou d'une bouteille d'eau et d'une montre. On obture le cours d'eau que l'on doit jauger en construisant un petit barrage en terre, étanchéisé à l'argile de préférence. Un trop plein à écoulement libre comme illustré dans la figure ci-dessous permet de canaliser le débit d'amenée dans un récipient calibré. On mesure la durée de remplissage du récipient et on en déduit le débit.

Figure 2 : Mesure de débit au chronomètre

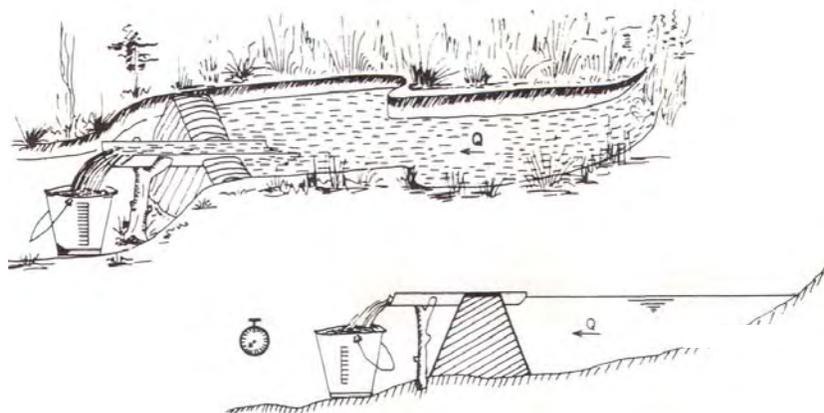


Photo 1 : Jaugeage de cours d'eau



On remarquera que pour la plupart des sites en bordure du Kivu, de Cyangugu à Ruhengeri, les stations visitées peuvent capter une ressource en eau gravitaire. Dans les régions de Gikongoro, Gitarama cela dépend d'un site à l'autre, tandis que dans le Bugesera, le pompage à partir de sources existantes en contrebas ou d'un forage s'avère généralement nécessaire.

Le recours au pompage doit être évité pour des raisons économiques évidentes, mais aussi pour diminuer la vulnérabilité de la station, car il est clair qu'une panne de la pompe en pleine campagne peut avoir des conséquences très fâcheuses.

Le tableau ci-dessous reprend, pour chaque station, la situation actuelle et potentielle de la ressource en eau.

Tableau 2 : Approvisionnement en eau actuel et potentiel de chaque station visitée

Station	Capacité T parche	Ressource en eau (m³/h)			Capacité stockage (m³)		Remarques et recommandations éventuelles	
		Capté	Type	Potentiel	Type	Actuelle		Conseillée
Nkora	400	> 10	Captage rivière + source	>>> 10	Captage en rivière	2 x 30	ok	Pas de problème d'approvisionnement. Réhabiliter l'adduction, le système de recyclage et de traitement des eaux usées.
Kinunu	200	0.75	Captage 2 sources	4	Captage sources	40 + 10	75	Débit gravitaire plafond 4 m³/h. Optimiser le recyclage et/ou passer au pompage via un forage/puisard à proximité du lac.
Nkoto	150	1.35	Captage 2 sources	2	Renforcement captage sources actuelles	50 + 5	75	Débit gravitaire plafond 2 m³/h. Optimiser le recyclage et passer au pompage via un puisard positionné sur l'émissaire du marais en contrebas ou via un forage. Attention à la pollution chimique induite par les activités agricoles sur le marais.
Karengera	200	1.8	Captage 3 sources	>>> 10	Captage rivière	75	ok	Effectuer un levé topo précis pour positionner le captage. Attention au recyclage et au traitement de eau usées.
Gatare	80	2	Captage 3 sources	> 10	Captage en rivière	55	ok	Partage du captage en rivière avec une association utili moulin hydraulique
Rwabisindu	?	0.75	Captage 3 sources	>> 10	Captage en rivière	15 + 3	?	-
CPCDKA	80	0.25	AEP district	3	Pompage /Forage	0	50	Aucune source gravitaire possible. Dans un premier temps, le pompage des résurgences en fonds de vallée permettra de satisfaire les besoins en eau. Si la station monte en puissance, le recours à un forage sera nécessaire.
Kayco	100	2.5	Captage 4 sources	>> 10	Captage en rivière	40 + 7.5	50	Effectuer un levé topo précis pour positionner le captage. Attention au recyclage et au traitement de eau usées.
Shyara	80	2.3	Captage source pompage	>> 10	AEP Bug. Sud	20 + 4.5	50	Approvisionnement actuel satisfaisant si recyclage, possibilité de renforcer via l'AEP du Bugesera Sud.
Bukonya	80	1.6	Captage 3 sources	3.6	Captage ruisseau	72	ok	Effectuer un levé topo précis pour positionner le captage. Attention au recyclage et au traitement de eau usées.
Muhura	80	> 10	AEP district	> 10	Captage ruisseau	25 + 5	50	Effectuer un levé topo précis pour positionner le captage.
Buremera	200	1.3	Captage 1 source	4	Captage ruisseau	2 x 6	50	Les ressources en eau sont plafonnées à 4 m³/h. La station tournera probablement à 80-100 T de parche max en pratiquant la full recirculation

Station	Capacité T parche	Ressource en eau (m³/h)			Capacité stockage (m³)		Remarques et recommandations éventuelles	
		Capté	Type	Potentiel	Type	Actuelle		Conseillée
NGOMA	200	3	Pompage	3	Pompage	10	50	Ressources en eau très faibles. Contrainte majeure pour augmentation de la production. Effectuer des recherches complémentaires dans un rayon plus éloigné de la station
NCMC	100	> 10	AEP district	>10	Captage source	20	50	Concurrence avec Sonafruit + augmentation future de la consommation en eau.
Bukunzi	?	1.2	Captage 1 source	>10	Captage en rivière	15 + 20	50	-
Mwasa	150	1.2	Captage 1 source	>10	Captage en rivière	2 x 25	75	-
Kagabiro	100	?	Captage rivière	> 10	Captage en rivière	?	50	Station en construction

On peut classer les stations suivant leur situation par rapport à l'approvisionnement en eau, actuelle et future, de la manière suivante :

Station	Capacité T parche	Situation actuelle	Situation potentielle
Nkora	400	+	++
Kinunu	200	--	-
Nkoto	150	--	-
Karengera	200	--	++
Gatare	80	--	++
Rwabisindu	?	--	++
CPCDKA	80	---	--
Kayco	100	--	++
Ngenda	80	--	++
Bukonya	80	--	+
Muhura	80	+	++
Buremera	200	--	+
Ngoma	200	--	--
NCMC	100	+	++
Bukunzi	?	--	++
Mwasa	200	--	++
Kagabiro	100	+	++

Légende: situation de l'approvisionnement en eau

+ : approvisionnement suffisant, peut être amélioré

++: approvisionnement garanti pour capacité de design

- : situation difficile, l'eau est un facteur limitant à l'expansion de l'activité

-- : situation mauvaise, insuffisance d'eau pour mener l'activité

---: situation critique

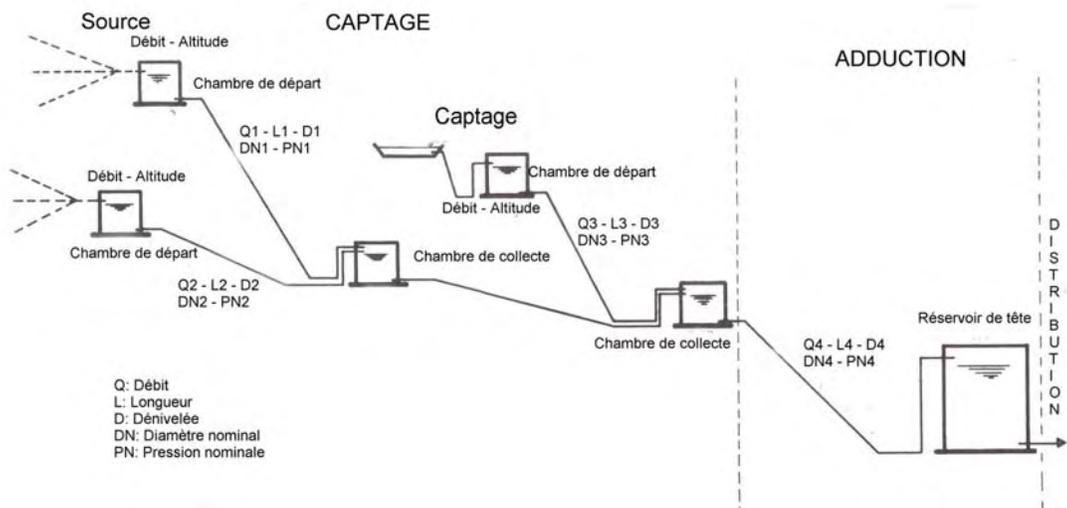
→ On constate que les stations de Kinunu et Nkoto connaîtront à court terme des difficultés pour s'approvisionner en eau de manière gravitaire si leur objectif de production de départ est maintenu. Elles ont toutefois la possibilité de pomper de l'eau à partir de puisards en communication respectivement avec le lac Kivu et l'émissaire du marais.

→ La situation des stations CPCDKA et NGOMA est relativement précaire avec une ressource en eau limitée, uniquement accessible par pompage et la probable impossibilité de l'augmenter de manière substantielle et économiquement acceptable.

4. CONCEPTION – DESIGN – EQUIPEMENT DES ADDUCTIONS

Les missions de terrain montrent que les principes de bases et les règles de l'art sont très rarement appliquées tant au niveau du captage, de l'adduction, du stockage que de la distribution dans la station, le recyclage et le traitement des eaux usées. Il sort du cadre de l'étude de constituer un manuel, même simplifié, reprenant les principes de dimensionnement et de réalisation des infrastructures et équipements liés à l'eau, cependant nous avons jugé bon de reprendre quelques idées maîtresses en fonction de ce qui a été constaté sur le terrain, afin de sensibiliser les investisseurs aux efforts à consentir pour garantir un bon approvisionnement en eau de leur station de lavage. La Figure 3 ci-dessous montre le profil schématique d'un captage et d'une adduction

Figure 3 : Profil schématique d'un captage et d'une adduction



4.1. Captage

Suivant l'origine de la ressource, plusieurs types de captages sont possibles. Le Tableau 1 ci-dessus présente les types de captages actuels et potentiels de chaque station visitée.

- ➔ Les **aquifères** (eaux souterraines) sont captés au niveau d'une résurgence ou via un forage. Dans le premier cas, il s'agit d'un captage de source classique, pour lequel des compétences locales existent un peu partout. Dans le second cas, l'intervention d'une entreprise spécialisée est nécessaire qui proposera un design adapté, l'équipement du forage et la construction des ouvrages annexes (margelle etc.).

Les captages de sources des stations visités sont très sommairement réalisés. On a pu constater que le captage n'est pas protégé correctement et est perméable aux eaux de ruissellement (coloration de l'eau lors des pluies), ce qui les rend susceptibles d'être facilement pollués mais aussi les expose à un colmatage très rapide du massif filtrant et/ou à des dépôts dans les conduites en aval, sans parler d'une détérioration de la qualité de l'eau.

Peu de captages de source sont équipés de **chambre de captage**. Ce petit ouvrage permet de surveiller la qualité et la quantité d'eau captée. Il permet aussi d'isoler le réseau à l'aval pour des réparations. La chambre de départ est normalement munie d'un trop plein correctement positionné et dimensionné de manière à éviter toute mise en charge de la source.

Généralement, plusieurs sources sont captées pour constituer un débit conséquent et rejoignent une **chambre de collecte**. Celle-ci, si elle est correctement réalisée permet de vérifier le débit en provenance de chaque source et sert de tampon de sécurité pour séparer d'éventuels apports de sables et de boues. Comme la chambre de captage, le chambre de collecte doit être impérativement équipée d'un trop plein, mais aussi d'un tuyau de vidange de diamètre suffisant pour permettre une vidange aisée et rapide.

Les figures 4 et 5 ci-après montrent le schéma théorique d'un captage longitudinal et d'un captage transversal. La Figure 6 montre le schéma de principe d'une chambre de collecte.

- Les **eaux de surface** sont captées via un petit ouvrage d'accumulation et filtrées via un massif à sable calibré. C'est un ouvrage simple à réaliser mais qui nécessite un entretien annuel pour laver le massif filtrant. La figure 7 présente le schéma d'un tel ouvrage.

L'ouvrage est constitué d'un muret en pierres maçonnées correctement ancrées sur des fondations stables. On recherchera de préférence un épaulement rocheux pour les appuis latéraux. Le muret est équipé d'une dispositif de vidange rapide via un tuyau crépiné de grand diamètre, fermé par un robinet ou obturé par un bouchon.

Les eaux sont éventuellement filtrées via un filtre à sable ou à gravier protégé par un perré sec de pierres disposées en écaille de poisson pour livrer le moins de résistance possible à l'écoulement. Le perré est posé sur du gravier pour assurer la transition avec le sable. On veillera autant que possible à assurer une charge suffisante sur la crépine de prise, en construisant un muret haut de 1 à 2 m au moins. La crépine de prise sera relativement longue, si possible sur au moins 2/3 de la longueur du muret afin d'assurer un débit suffisant. Elle sera enveloppée de laine de roche pour éviter l'entraînement de particules du massif filtrant.

Un regard équipé d'un robinet et d'une vidange sera installé sur la conduite à l'aval de l'ouvrage.

Autant que possible, on cherchera à installer la station de lavage ou positionner le captage de manière à assurer une alimentation gravitaire. Un relevé topographique est donc nécessaire pour connaître la différence d'altitude exacte et positionner avec précision l'ouvrage.

Pour diverses raisons, certaines stations doivent cependant avoir recours au **pompage** : soit qu'elles ont été incorrectement positionnées et sont situées topographiquement au-dessus du captage, soit qu'aucune ressource en eau gravitaire importante n'est disponible. Le choix d'une pompe doit être réalisé par un technicien compétent, car un équipement inadapté peut conduire à des problèmes de fonctionnement graves et à des dépenses récurrentes inutiles. Il est aussi important de réaliser que l'utilisation d'une pompe nécessite une surveillance et une maintenance régulières. Envisager un pompage à partir d'un point d'eau éloigné de la station est irréaliste et conduira inéluctablement à des problèmes majeurs en cours de campagne. La pompe doit être sélectionnée de telle manière qu'elle permet de refouler avec un bon rendement le débit requis à l'altitude du réservoir. L'altitude du réservoir est définie par la dénivelée entre le plan d'eau dans lequel on pompe et la cote du trop plein du réservoir à laquelle on rajoute les pertes de charges (équivalent en hauteur d'eau des pertes par frottement) dans la conduite. Il est aussi important de placer la pompe aussi proche que possible du plan d'eau, sans toutefois l'exposer aux inondations, afin de réduire au maximum la hauteur d'aspiration.

Figure 4 : Captage longitudinal

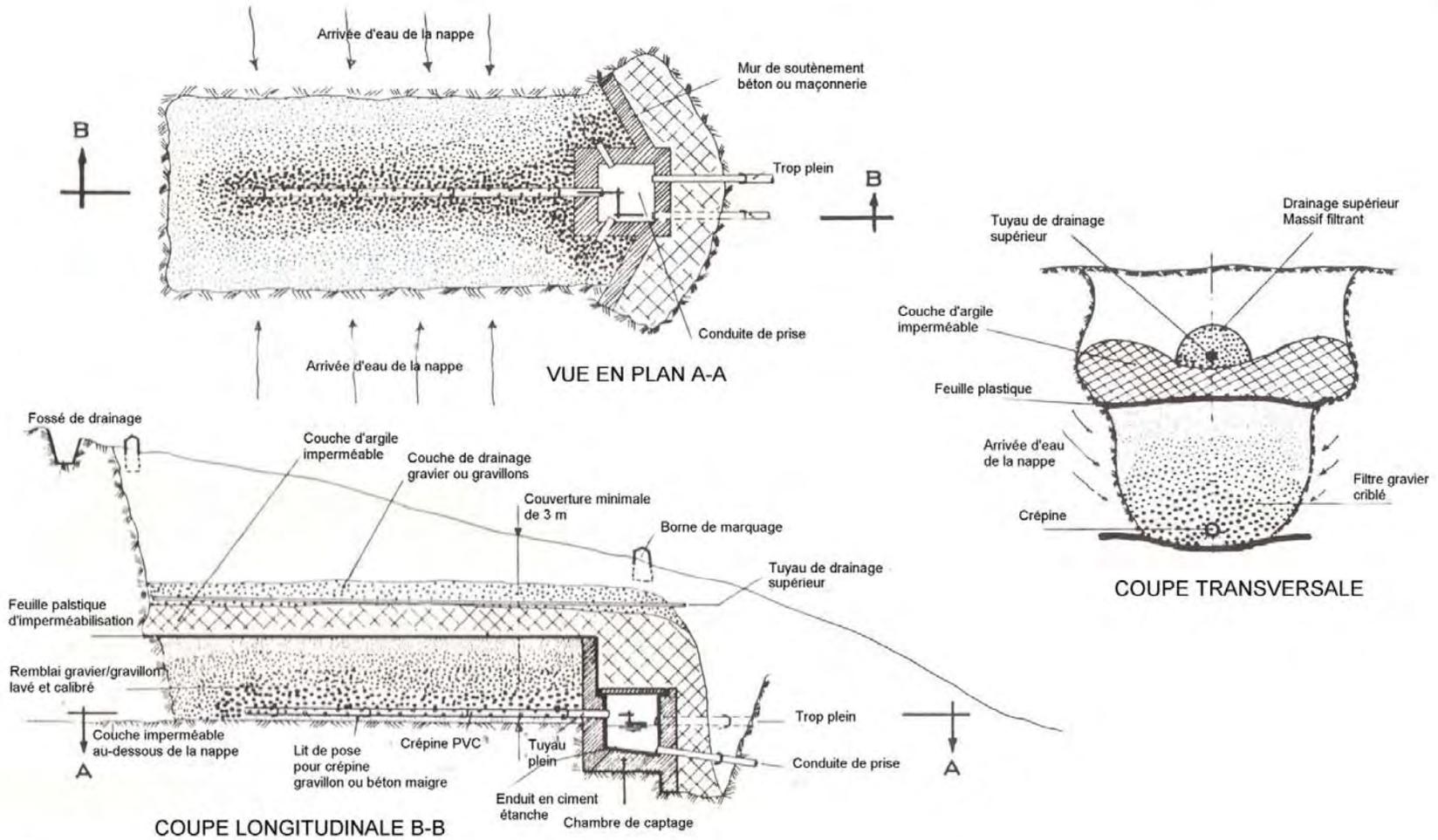


Figure 5 : Captage transversal

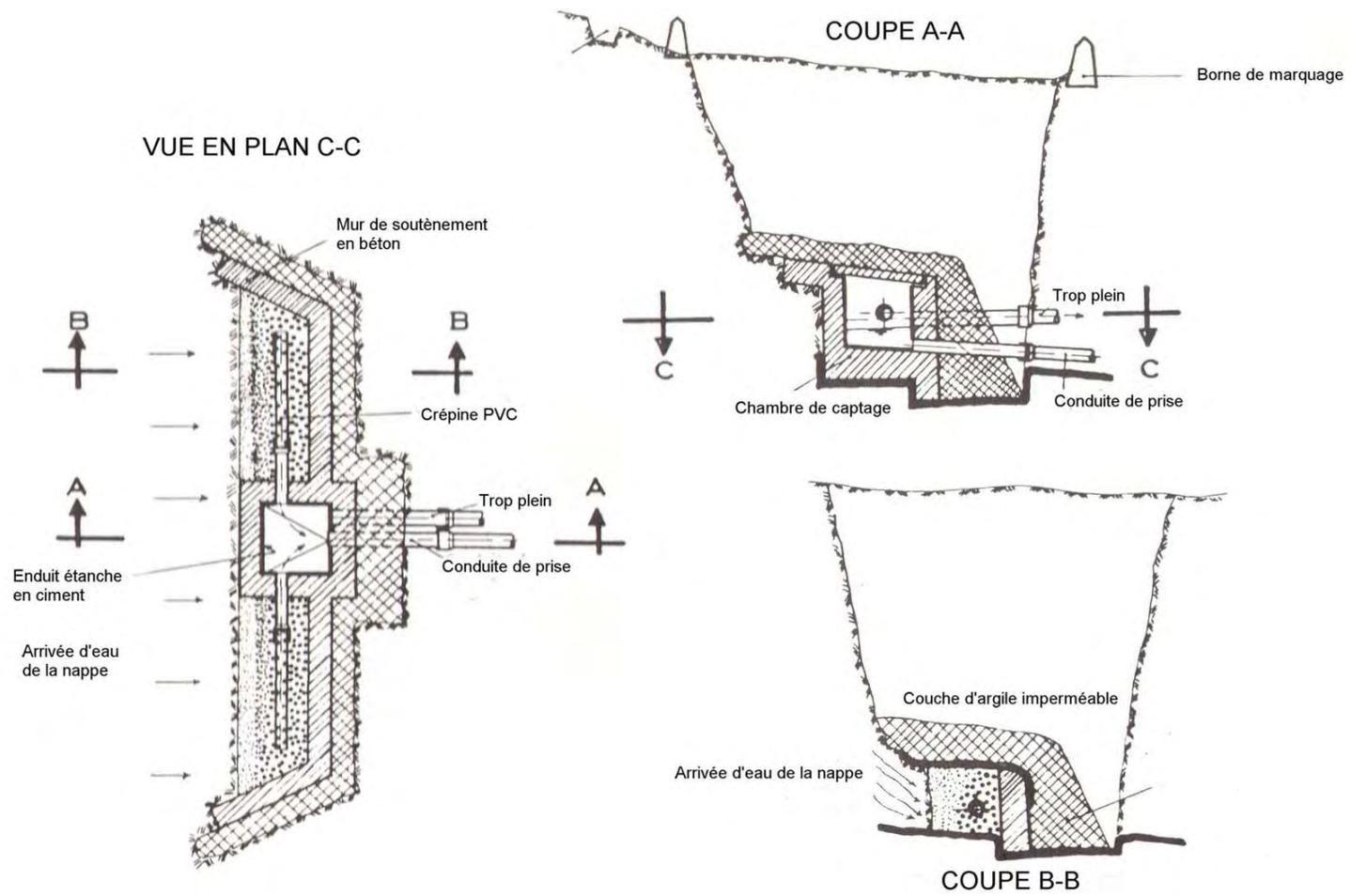


Figure 6 : Chambre de collecte

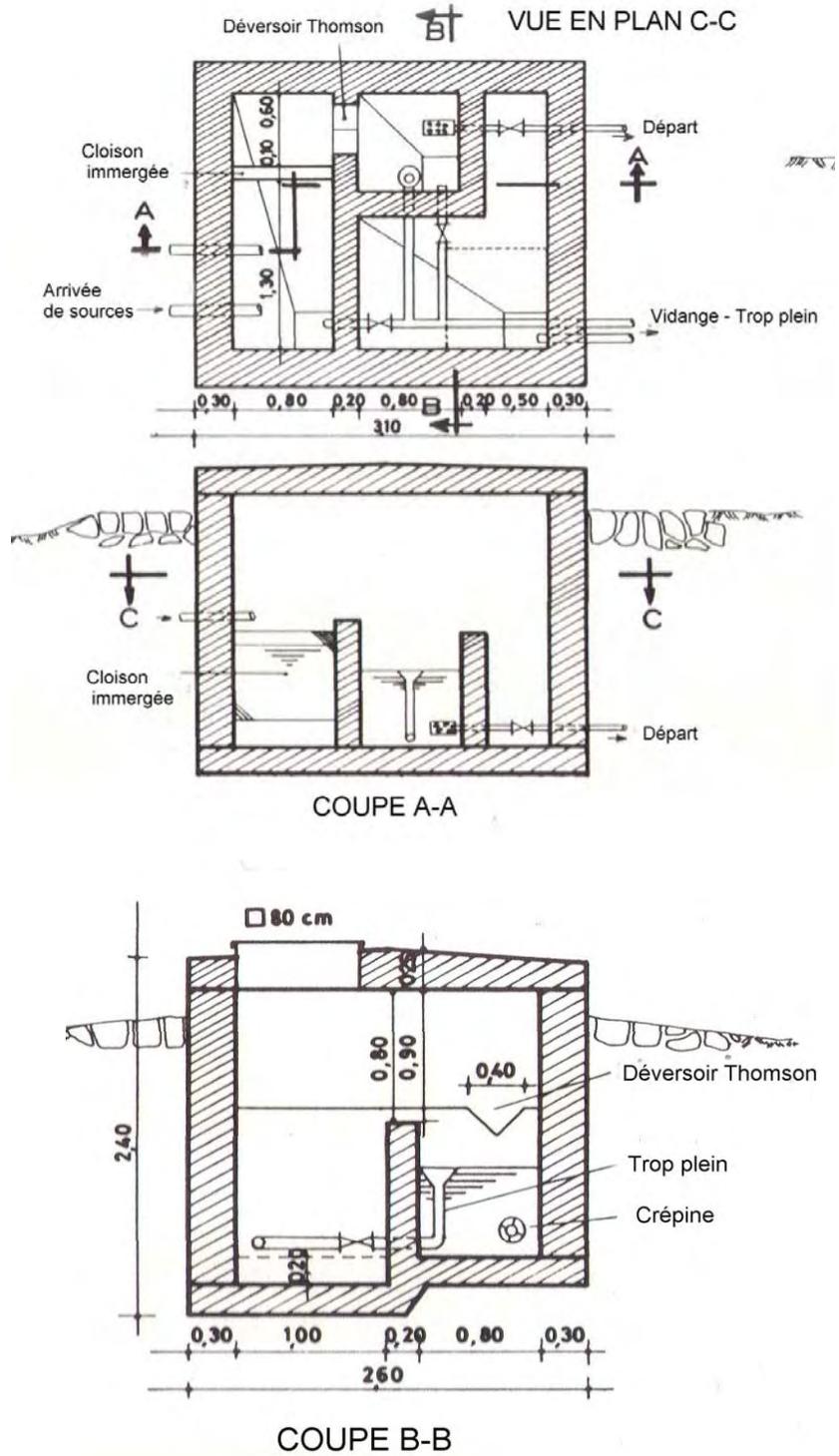
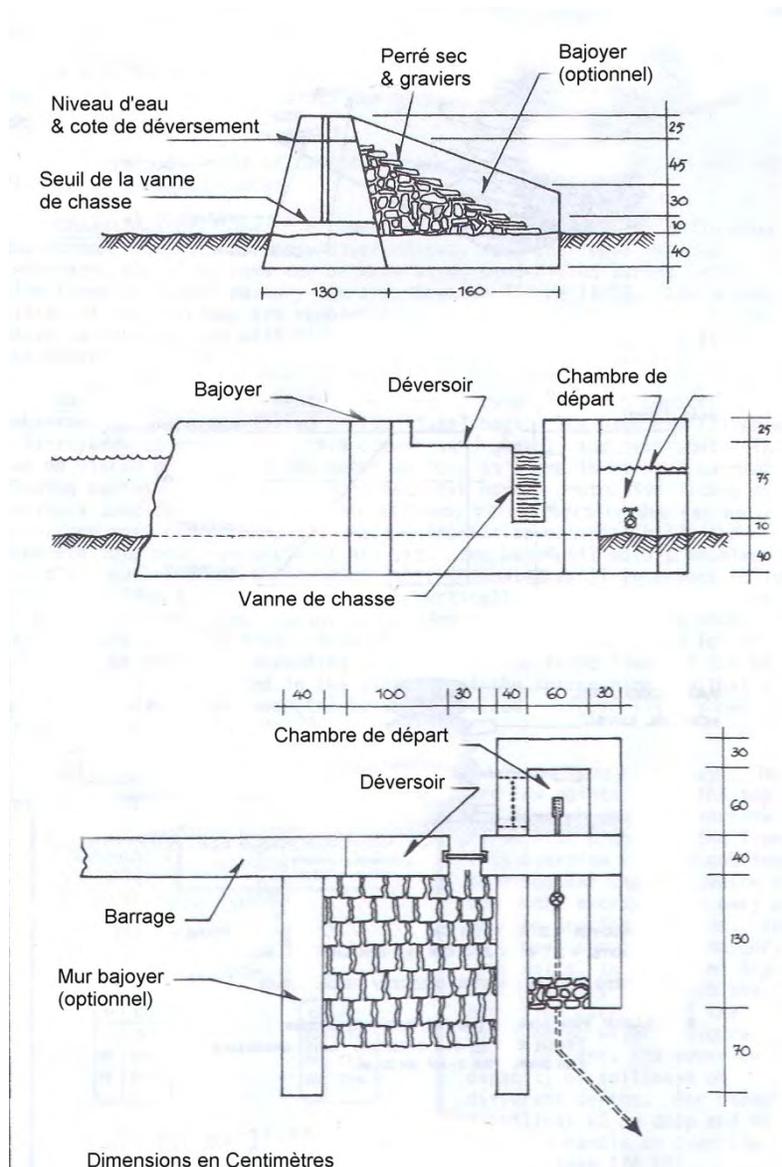
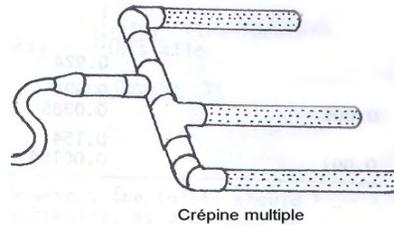
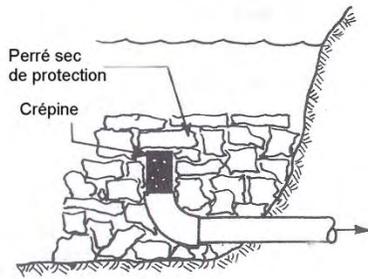


Figure 7 : Captage sur ruisseau – largeur ~1.5 à 2.0 m



Si l'eau est relativement chargée en limon et boues, l'ouvrage présenté ci-dessus peut être équipé à l'amont d'un dispositif de filtration sur sable grossier et gravier. On calibrera la crépine de manière à obtenir le débit souhaité, une crépine multiple sera éventuellement adoptée.



4.2. Adduction : conduites et accessoires

Les conduites d'adduction entre le captage et le réservoir sont dimensionnées très facilement à l'aide de formules simples et d'abaques. Cependant, ici aussi, l'intervention d'un technicien est nécessaire afin d'éviter de sous ou sur-dimensionner les conduites et d'éviter des problèmes lors de l'utilisation ou des dépenses inutiles.

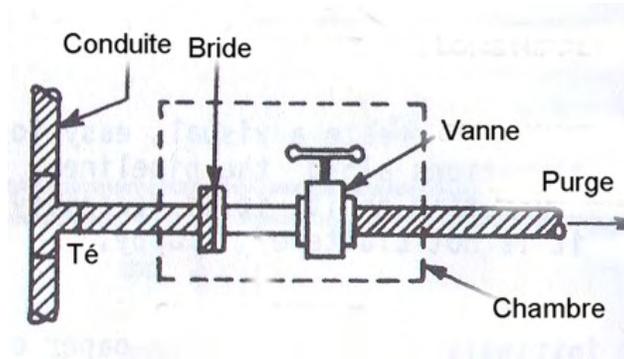
Les éléments essentiels à considérer lors de la conception de la conduite d'adduction sont (a) le tracé, (b) le type de conduite, (c) les pressions nominales et (d) les équipements hydrauliques.

- ➔ Le choix du tracé tient compte du type de terrains rencontrés et surtout des obstacles pour lesquels des ouvrages d'arts ou des sections de conduites spéciales sont nécessaires ainsi que de la reconnaissance des points hauts et des points bas ;
- ➔ Le choix type de conduites est très important et peut conduire à des économies substantielles moyennant une étude des débits à faire transiter et des pertes de charge acceptables ; le PVC et l'acier galvanisé sont généralement utilisés, dans une moindre mesure le PEHD, bien que ce dernier matériau soit plus souple pour la pose et plus résistant à l'emploi ;
- ➔ Les pressions nominales (PN) : un levé topographique du tracé est absolument nécessaire pour connaître les dénivelées absolues et relatives de l'adduction. Sur la base du profil en long, on découpe le tracé en autant de sections homogènes que nécessaires, définies par les dénivelées entre points singuliers hauts et bas. La pression nominale de la conduite (PN) doit toujours être supérieure à la pression statique définie par la différence d'altitude entre le captage (ou le brise charge) et le point considéré.
- ➔ Les équipements hydrauliques nécessaires sont les ventouses dans les points hauts, les purges dans les points bas et éventuellement les brises charge et les vannes à flotteurs.

Les vidanges et les ventouses sont des équipements hydrauliques de grande importance, totalement négligés dans les adductions des stations visitées.

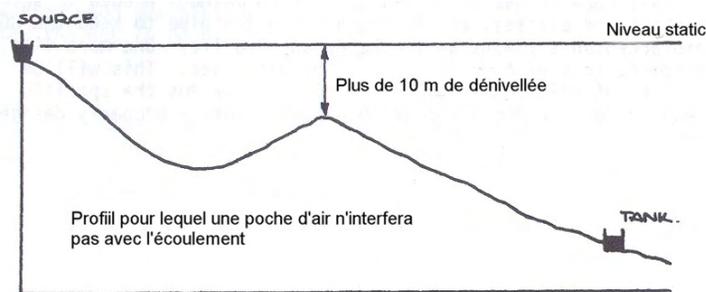
On place les **vidanges** (ou purges) dans les points bas, afin d'évacuer de permettre l'évacuation de l'eau de la conduite lorsqu'une intervention est nécessaire. Pour ce faire, une chambre est construite dans laquelle un simple Té équipé d'une vanne est placé sur la conduite et sur lequel on place un tuyau d'évacuation qui mène vers le point de rejet en dehors de la chambre.

Figure 8 : Vidange



Les **ventouses** permettent l'évacuation des poches d'air sous pression qui se créent dans les points haut de la conduite et qui peuvent réduire sensiblement le débit. Les ventouses sont des équipements spécifiques pouvant paraître chers pour une simple adduction et l'on aura plutôt recours au même dispositif que pour la purge mais cette fois avec le Té dirigé vers le haut. La ventouse est protégée par une chambre cadenassée munie d'un tuyau de vidange.

Figure 9 : Profils et risques de blocage par poche d'air



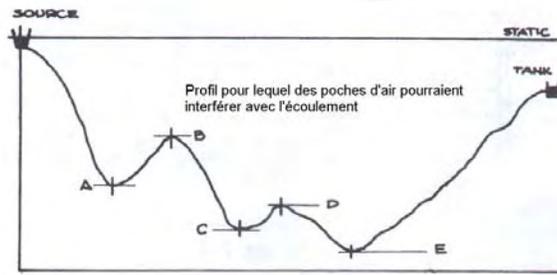
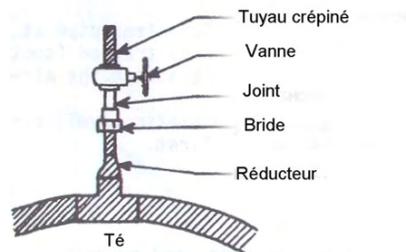


Figure 10 : Ventouse simplifiée



Lors de la mise en service, lorsque la conduite est de nouveau remplie d'eau, les robinets des ventouses sont ouverts afin de chasser l'air puis fermés une fois que tout l'air est bien évacué.

Les **brises charges** ou chambres d'équilibres sont des ouvrages intermédiaires placés sur la conduite et qui servent à ramener la pression piézométrique à zéro. On y recourt rarement et seulement quand la dénivelée sur une section de la conduite devient tellement importante qu'elle impose le recours à des tuyaux de PN très élevés en aval. Il est alors plus intéressant d'installer un brise charge. Il s'agit d'un réservoir de transition faisant office de volume tampon, équipé d'un robinet à flotteur. Ce dernier est le point faible de l'ouvrage et l'on doit être attentif à acheter du matériel d'excellente qualité. Il est aussi important de prévoir un volume tampon relativement important afin d'éviter un fonctionnement intempestif de la vanne à flotteur.

Figure 11 : Brise charge

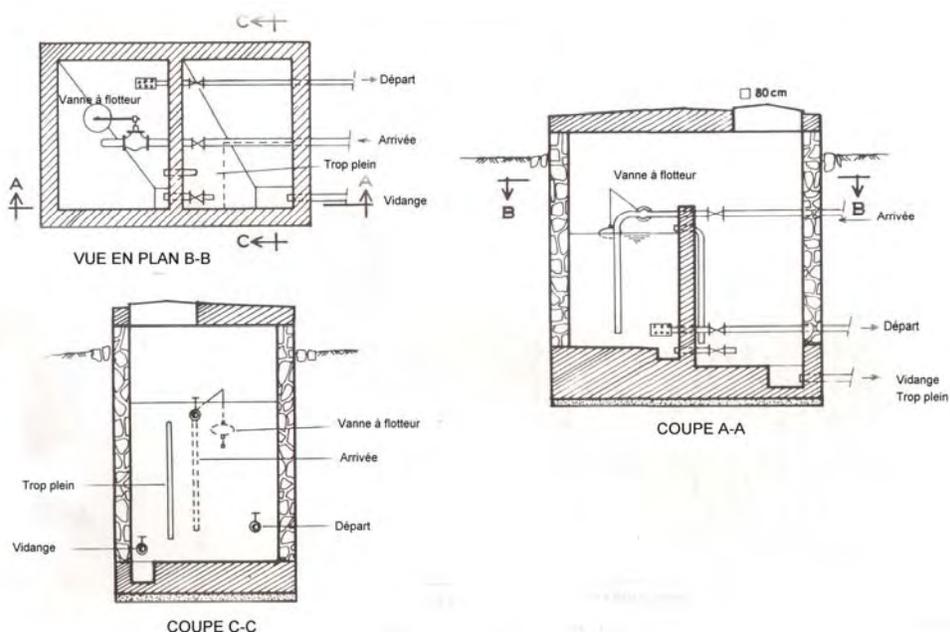


Tableau 3 : Équipements de adductions des stations de lavage visitées

Station	Captage	Équipement				Conduite	Longueur
		Chbre captage	Regard	Ventouse	Purge		
Nkora	Rivière	Non	Non	-	Non	PVC Φ ext variable	~ 200
Kinunu	Sources	Non	Oui	Non	Non	PVC Φ ext 40	1500
Nkoto	Sources	Non	Oui	Non	Non	PVC Φ ext 40	500
Karengera	Sources	Non	Non	Non	Non	PVC Φ ext 40	1000
Gatare	Sources	Non	Oui	Non	Oui	PVC Φ ext 50	700
Rwabisindu	Sources	Non	Non	Non	Non	PVC Φ ext 40	300
CPCDKA	Sources / pompage	Non	Non	-	Non	-	300
Kayco	Sources	Non	Oui	Non	Oui	PVC Φ ext 40	1000
Shyara	Sources / pompage	Non	Non	-	Non	Galva Φ 2'' ext	150
Bukonya	Sources / pompage	Non	Oui	-	Non	PVC Φ ext 40	25
Muhura	AEP	-	Non			PVC Φ ext 50	800
Buremera	Sources	Non	Oui	Non	Non	PVC Φ ext 50	950
Ngoma	Micro barrage / pompage	-	Non	Non	Non	PVC Φ ext 50	200
NCMC	AEP	Non	Oui	Oui	Oui	PVC Φ ext 50	150
Bukunzi	Sources	Non	Oui	Non	Oui	PVC Φ ext 50	1500
Mwasa	Sources	Non	Oui	Non	Non	PVC Φ ext 50	200
Kagabiro	Micro barrage	-	Oui	Non	Non	PVC Φ ext 50	300

4.3. Station : réservoir de stockage – distribution

La conduite d'amenée approvisionne le réservoir de stockage qui permet d'assurer un volume tampon pour les besoins en eau importants pour le traitement, lors du dépulpage et du gradage notamment.

Le volume du **réservoir** d'eau propre est calibré en fonction de la capacité de design de la station.

- ↪ Pour 80 à 100 T de parche, un débit de 5 m³/h est conseillé ; sur base d'une possibilité de remplissage continu de 10 h. environ, un volume de 50 m³ est la dimension économique préconisée.
- ↪ Pour 200 T de parche, un débit de 100 m³/h est conseillé, et on préconise un volume minimum de 75 m³

Un deuxième réservoir est utilisé pour le recyclage de l'eau dans la station. Son volume ne doit pas être inférieur à 10 m³.

Le type de réservoir le plus fréquemment utilisé au Rwanda est le réservoir rond, en maçonnerie de moellons. On trouve aussi sur le marché des polytanks en plastique de capacité réduite, environ 10 m³. L'avantage des polytanks est de pouvoir augmenter graduellement la capacité de stockage, mais leur coût reste très élevé par rapport aux réservoirs en maçonnerie.

Les réservoirs en moellons permettent d'utiliser des matériaux souvent disponibles à proximité et de valoriser la main d'œuvre locale. On note cependant régulièrement des problèmes d'étanchéité suite à des tassements différentiels des fondations, à la faiblesse de la dalle de plancher ou du chaînage haut.

Ces réservoirs sont en outre pauvrement équipés. Il est vivement conseillé de réaliser des chambres de vanne correctement dimensionnées pour assurer une opération facile de la robinetterie : fermeture de l'arrivée d'eau, vidange, etc.

Enfin, on prévoira systématiquement une vanne à flotteur sur chacun des réservoirs, afin de rétablir, chaque fois que cela est possible, l'écoulement naturel au niveau du captage, pour que la population environnante puisse profiter des excédents d'eau ou tout simplement pour rétablir le fonctionnement hydrologique du site de captage à des fins strictement écologiques.

En aval du réservoir, toutes les conduites de distribution de la station doivent être standardisées afin de garantir un service optimal.

Il est conseillé d'enterrer les conduites entre le réservoir et la station, mais de les laisser ensuite apparentes au niveau des différentes parties de la station. Les noyers dans le béton ou la maçonnerie rend impossible tout entretien /modification ultérieure. Le PVC Φ_{ext} 50 mm PN 10 est tout à fait adéquat et le recours à du Galva n'est pas justifié. Des vannes à boisseau seront utilisées de préférence.

Le Tableau 1 présente pour chaque station visitée, les différents types de réservoirs et leur capacité actuelle et conseillée.

4.4. Circuit de recyclage : séparateur de pulpes, pompes

Une partie des eaux de traitement de la station doit pouvoir être collectée et recyclée, afin d'une part de limiter les consommations d'eau, dont l'approvisionnement est souvent limité, et, d'autre part, de limiter le volume des bacs de percolation et protéger l'environnement.

La figure 1 présente le schéma du recyclage de l'eau dans la station.

L'efficacité du circuit de recyclage est fortement dépendant de l'efficacité du **séparateur de pulpe**. La plupart des stations visitées ne pratiquent pas la recirculation probablement car, n'ayant pas appréhendé des problèmes d'approvisionnement en eau, cet aspect n'a pas été jugé prioritaire. Peu de séparateurs de pulpes ont été vus, mais ceux utilisés sont généralement peu efficaces, car ils se colmatent facilement et ne permettent plus de séparer les pulpes et l'eau qui les transportent. L'eau ne rejoint donc plus le puisard de la pompe de recirculation et s'écoule à travers les pulpes. Cet excédent d'eau dans la fosse à pulpes crée des conditions anaérobiques défavorables pour le processus de compostage. Il est donc important de mettre au point un dispositif de séparation des pulpes.

Ce dispositif comprend :

- un canal lisse en béton ou en tout autre matériau lisse, de dimension et pente adéquat pour éviter tout colmatage ;
- un séparateur correctement dimensionné en ce qui concerne la surface, la dimension des mailles et la pente du treillis ; l'accès au séparateur doit être aisé afin de permettre un nettoyage régulier tout au long du dépulpage – cette opération se réalisant souvent la nuit, un éclairage adéquat doit être prévu ;

- une fosse à pulpe située en contrebas permettant une évacuation aisée des pulpes tombant du séparateur.

Les eaux qui passent à travers le treillis du séparateur de pulpes sont dirigées vers un puits de collecte à partir duquel la pompe de recirculation les renvoie vers le réservoir de recirculation. Pour faciliter l'opération de recyclage la pompe de recirculation doit pouvoir démarrer et s'arrêter automatiquement grâce à 2 jauges de niveau, l'une placée dans le réservoir de recirculation et arrêtant la pompe quand le réservoir est rempli et l'autre dans le puits de collecte sous la pompe et arrêtant cette dernière quand on atteint le niveau bas. Le puits et le réservoir de recirculation doivent donc avoir chacun une dimension suffisante pour éviter des démarrages et arrêts intempestifs de la pompe.

On prendra en outre garde à munir le puits de recirculation d'un trop plein qui dirigera les eaux excédentaires vers les fosses de percolation.

Comme on l'a vu dans la figure 1, la pompe de recirculation doit pouvoir récupérer les eaux de gradage et de trempage, on veillera donc à connecter les bassins de trempage et de gradage au puits de recirculation. Dans ce cas, un dispositif de vanne permettra de diriger les eaux de gradage et trempage vers le canal de gradage. Ce dispositif est en place à Kinunu et Muhura.

Tableau 4 : Dispositif de recyclage des stations de lavage visitées

Station	Recyclage Eaux déulpage	Séparateur de pulpes	Puits	Pompe	Réservoir	Recyclage Eaux de gradage
Nkora	Non	Oui - fonctionnel	Oui	Non	Non	Non
Kinunu	Oui	Oui - fonctionnel	Oui	Oui	5 m ³	Oui
Nkoto	Non	Oui - fonctionnel	Oui	Non	5 m ³	Non
Karengera	Non	Oui - mauvais	Non	Non	Non	Non
Gatare	Non	Oui - très mauvais	Non	Non	Non	Non
Rwabisindu	Non	Non	Non	Non	Non	Non
CPCDKA	en construction	-	-	-	-	-
Kayco	Non	Oui - rudimentaire	Non	Non	Non	Non
Shyara	Non	Oui - pas pratique	Non	Non	Non	Non
Bukonya	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Muhura	Oui	Oui - fonctionnel	Oui	Oui	5 m ³	Oui
Buremera	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Ngoma	Non	Non	Non	Non	Non	Non
NCMC	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Bukunzi	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Mwasa	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Kagabiro	Non	Oui -rudimentaire	Non	Non	Non	Non

Le dimensionnement de la pompe de recirculation doit obéir au même principe que celui exposé pour la pompe des eaux de captage : débit, hauteur de refoulement et d'aspiration. Elle est dimensionnée en fonction du nombre de disques de la dépulpeuse.

Pour un disque, on compte en général une capacité de dépulpage de pointe de 10 T de cerises par heure soit l'équivalent de 2 T/h de parche. En première approximation, si l'on compte que 30% de la quantité d'eau pour produire une tonne de parche est consommée par le dépulpage, on constate que la capacité de pompage de la pompe de recirculation doit être au minimum de 20 m³/h par disque.

5. TRAITEMENT DES DECHETS SOLIDES ET LIQUIDES

Cette question sort du cadre de la présente étude, mais comme la production et le traitement des déchets liquides et, dans une moindre mesure, des déchets solides est sont étroitement liés avec la problématique de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau, il a été jugé opportun d'aborder le sujet et de formuler différentes recommandations qui pourront être approfondies ultérieurement.

Une station de lavage, parce qu'elle traite par voie humide un produit très riche en matières organiques, est potentiellement très polluante. Il est de ce fait extrêmement important de porter une attention particulière aux dispositifs permettant de réduire voire d'annuler toute pollution.

Deux types de déchets sont produits : des pulpes que l'on peut facilement composter et des eaux usées fortement chargées en mucilage plus difficiles à traiter en raison de leur quantité et de leur composition.

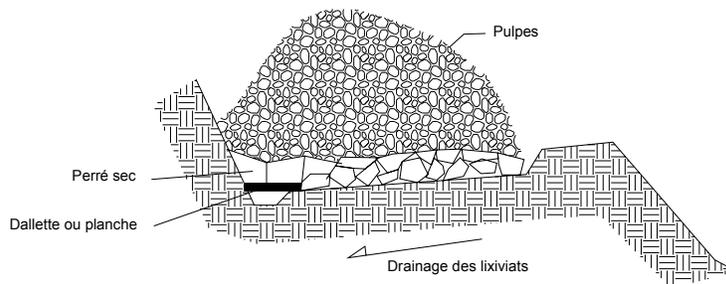
5.1. Compostage des pulpes

Les pulpes, séparées grâce au séparateur de pulpes, sont entreposées dans la fosse à pulpe située en contrebas. Si le séparateur de pulpe fonctionne correctement c'est-à-dire que l'eau de dépulpage ne vient pas inonder la fosse à pulpe et que cette dernière est parfaitement drainée, un compostage se réalise naturellement. Il est essentiel de maintenir des conditions aérobiques, afin que les micro-organismes actifs dans la réalisation du compostage puissent prospérer et décomposer la matière organique et la minéraliser pour en faire un produit stable non polluant et facilement utilisable par les plantes.

L'accumulation d'eau dans la fosse à pulpe conduit à des conditions anaérobiques inhibant tous les bénéfices attendus du compostage et à l'origine d'odeurs pestilentielles.

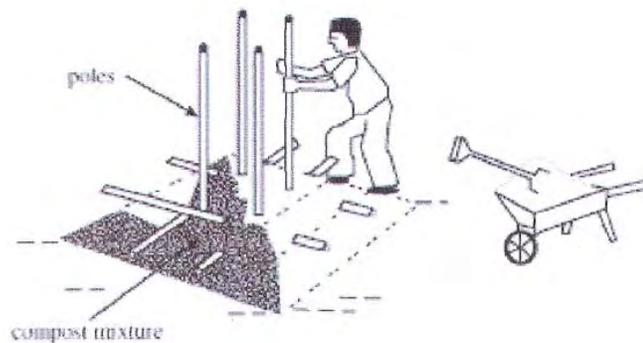
La « fosse » à pulpe doit donc être absolument drainée, l'eau drainée étant dirigée vers les fosses de percolation. Il n'est pas nécessaire de réaliser une dalle en béton, un perré sec posé sur toute la superficie de la « fosse » réalisée en légère contre-pente permettra le drainage des lixiviats.

Figure 12 : Fosse à pulpe avec drainage de fond



L'aération sera réalisée en plaçant des rondins de bambou ou d'eucalyptus ou même des tuyaux d'environ 10 à 20 cm d'épaisseur dans l'andain de pulpe quand il a atteint sa taille définitive. Cet andain ne devra plus être remanié par la suite. Un manchon d'argile et de paille sera réalisé autour du rondin. Une fois séché, le rondin pourra être retiré et l'orifice sera stabilisé par le manchon. Des voies d'aération sont ainsi créées dans l'andain de pulpes, ce qui facilite et accélère le compostage. Le creusement d'une fosse est fortement déconseillé, car cela ne facilite pas la circulation de l'air, ni le drainage aisé des andains, on préférera la constitution d'une plate-forme exposée au vent et facilement drainable.

Figure 13 : Méthode de compostage chinoise



5.2. Traitement des eaux usées

Il est clair que peu de stations disposent actuellement de procédés de traitement des eaux usées fonctionnels. Le traitement des eaux usées est beaucoup plus difficile et complexe que celui des déchets solides. Il est donc extrêmement important de chercher à minimiser autant que possible la consommation d'eau dans la station, notamment en pratiquant le recyclage de manière à apporter le moins d'eau possible aux puits de percolation.

Une bonne pratique consiste aussi à éviter que les eaux de pluie ne rentrent dans le circuit de l'eau de la station, car ces eaux viennent finalement s'accumuler de manière inutile dans les fosses de percolation. On équipera donc les toitures des bâtiments de gouttières et les eaux recueillies seront utilisées en appoint dans le canal de gradage par exemple ou pour le trempage ou encore pour les besoins domestiques de la station (toilettes, cuisines, nettoyages divers).

Le dimensionnement des fosses de percolation est un problème relativement complexe qui mérite une étude spécifique qui doit prendre en compte la perméabilité du terrain en place. Le procédé adopté jusqu'à présent consiste à construire des fosses disposées en cascade, munies dans leur fond d'un dispositif de vidange vers la fosse aval. A cause de la très forte charge en matières solides en suspension (mucilage principalement), le fond des fosses se colmate très rapidement. Il faut donc considérer que c'est par les parois des fosses que la percolation s'effectue et pas par le fond.

On recherchera en conséquence à augmenter les surfaces verticales de percolation pour un même volume stocké. En ce sens, les fosses cubiques ont un rapport volume stocké/surface de percolation nettement moins favorable que des fosses longitudinales. On voit par exemple que pour une capacité de stockage de 60 m³, les parois d'une fosse cubique ont une surface développée 2 fois moins importante qu'une tranchée de même capacité.

On notera aussi que, dans un contexte de forte pente, la réalisation de tranchées le long des courbes de niveau occasionne moins de mouvements de terre que des fosses cubiques.

Photo 2 : Tranchées et fosses de percolation



Tableau 5 : Superficies de percolation fosse cubique et tranchée de même volume

		Cube	Tranchée
Volume total	m³	60	60
Hauteur	m	3	2.5
Largeur	m	4	1
Longueur	m	5	24
Surface fond	m ²	20	24
Surface parois	m²	54	125

Le recours à des tranchées avec drains intercalaires mériterait d'être testé sur 1 ou 2 stations lors de la prochaine campagne. Le drain intercalaire serait positionné entre 2 tranchées successives et permettrait de désengorger le sol. Le drain serait construit en gravier enrobé ou mieux avec un drain PVC protégé par un filtre de gravier. La pente du drain canaliserait l'eau vers le thalweg en contrebas.

La perméabilité du sol en place se mesure en creusant un trou calibré dans le terrain à la profondeur des fosses, en le remplissant d'eau et en mesurant la vitesse de rabattement du niveau d'eau. L'essai doit être réalisé en condition saturée, c'est-à-dire après avoir rempli plusieurs fois le trou d'eau, de manière à mesurer une vitesse d'infiltration stable. Il faut cependant noter que les parois verticales finissent aussi par se colmater et qu'un entretien régulier est nécessaire (curage du fonds et des parois).

Les fosses anaérobiques donnent de très bons résultats, mais l'investissement reste considérable, de l'ordre de 10 fois plus important que pour les tranchées. Il est donc peu probable que cette technologie soit adoptée actuellement.

On notera aussi que certains sites, comme à NCMC et Mwasu, offrent la possibilité de traiter une partie des effluents par lagunage. Le marais à proximité de ces stations n'est pas exploité, le lagunage consisterait à créer un système de chenaux implantés de manière à maximiser le temps de parcours de l'eau et de planter dans ces chenaux des espèces épuratrices : roseaux, vétiver ou autres espèces endémiques à identifier.

6. DESIGN ET CONSTRUCTION DES INFRASTRUCTURES

Bien que cela sorte de l'objectif initial de la mission, les visites des stations de lavage ont permis de formuler différentes améliorations possibles pour améliorer le design et la construction des infrastructures de génie civil. D'une manière générale, on constate que des économies ont été réalisées sur les captages et les adductions alors que des dépenses inutiles ont été réalisées sur le génie civil.

→ Les **plans des infrastructures** sont très imprécis, ce qui laisse beaucoup d'initiative au chef de chantier et conduit à des infrastructures sur ou sous-dimensionnées. Dans les deux cas, de l'argent est perdu inutilement. Il est important de reprendre les plans de chaque module de la station (trémie de réception et hangar de dépulpage ; prégradage et bac de fermentation ; canal de gradage ; bacs de trempage ; fosse à pulpe ; fosses de percolation ; réservoirs ; circuit électrique ; conduites de distribution, système de recyclage). Ces plans doivent être compréhensibles pour des personnes de qualification modeste. Des vues isométriques de chaque ouvrages doivent être réalisées afin de faciliter la conceptualisation du travail à réaliser.

Comme mentionné plus haut, les équipements, hydrauliques notamment, doivent être standardisés afin de permettre une plus grande facilité d'utilisation.

Les hangars de pesée des cerises sont pour la plupart exposés aux intempéries et pourraient offrir un peu plus de confort. Celui de la station NCMC présente un design dont on pourrait s'inspirer dans le futur.



Photo 3 : Hangar de pesée – NCMC

- L'**implantation des infrastructures** est réalisée avec plus ou moins de bonheur. Si la plupart des stations construites dernièrement exploitent plus ou moins bien la topographie du terrain, on constate qu'une optimisation aurait dû être réalisée en ce qui concerne l'approvisionnement en eau, la position des tables de séchage, des hangars, des dispositifs de traitement de déchets liquides, etc. Une intervention combinée de spécialistes en génie civil / génie rural et en exploitation de station de lavage est fortement recommandée.
- Les **travaux de construction** doivent être suivis de manière régulière. Le démarrage tardif des travaux sur certaines stations ont conduit à des négligences dans la construction : certaines stations subissent des tassements différentiels, très visibles sur le canal de gradage ; d'autres ont été mises en service sur un béton ou un mortier fraîchement réalisé ; d'autres enfin n'ont tout simplement pas eu le temps de terminer la construction et ont négligé le traitement des eaux usées.

On se réfèrera aux fiches détaillées de visite de chaque station de lavage pour plus de détails.



Annexes : Rapports détaillés des stations de lavage