

BONS & MAUVAIS EXEMPLES d'une MINI-CENTRALE HYDROELECTRIQUE



- **Identification du site • Ouvrages civils • Electromécanique**
- **Transmission & Distribution • Installation dans les maisons**
- **Gestion & Administration • Utilisation de l'Énergie**

BONS & MAUVAIS EXEMPLES

d'une

Mini-Centrale Hydroélectrique

Klaus Jorde
avec les ressources d'Entec AG
Ekart Hartmann, Heinz Unger

Edité par
Roman Ritter
GTZ



**Projet de Mini-Centrale Hydroélectrique
de l'ASEAN-Allemagne (AGMHP)**

gtz



Traduit par
Projet GTZ - PERER
**Promotion de l'électrification
rurale par les énergies renouvelables**



NOTE

BONS & MAUVAIS EXEMPLES d'une Mini-centrale hydroélectrique

Auteurs :

Klaus Jorde, avec les ressources d'Entec AG ;
Ekart Hartmann, Heinz Unger

Edition :

Roman Ritter, GTZ

Photos, dessins et graphiques fournis par :

Le Projet Indonésien-Allemand de mini-centrale hydroélectrique (MHPP)

Publié par :

The ASEAN Center for Energy (ACE)
sous la direction de son directeur Exécutif, Nguyen Manh Hung,
soutenu par le Projet ASEAN-Allemand de mini-centrale hydroélectrique (AGMHP)

Jl. HR. Rasuna Said, Blok X-2, Kav &-8, Kuningan
Jakarta 12950, Indonésie

Téléphone : +62 (0)21 527 8027

Fax : +62 (0)21 529 63820

Sites web : <http://www.aseanenergy.org>
<http://agmhp.aseanenergy.org>
<http://www.gtz.de/energy>

Publié pour la première fois par l'ACE en juin 2009.

Les photos, dessins et autres éléments graphiques sont protégés par les droits d'auteurs intellectuels et ne peuvent ainsi être extraits séparément de cette publication.

Toutefois, on peut traduire des chapitres entiers de ce livre dans d'autres langues et les reproduire pour des séances de formation, pourvu que l'éditeur en soit informé et en indiquant les remerciements appropriés.

Clause de non-garantie :

Cette publication a été conçue pour illustrer les bons et mauvais exemples dans la planification, la mise en place, l'exploitation et la gestion d'une micro et mini-centrale hydroélectrique.

Bien qu'on ait pris toutes les précautions raisonnables en préparant cette publication, les auteurs, éditeurs, ACE, AGMHP, Entec AG, GTZ, MHPP, PT Entec Indonesia et toutes autres personnes et parties qui ont participé à la mise en œuvre de cette publication n'acceptent aucune responsabilité pour tout dommage, blessure ou tout autre cas indésirable résultant de l'application ou de l'interprétation des présentes.

La responsabilité ultime pour la qualité, fiabilité et sécurité demeure du ressort des concepteurs, fournisseurs, équipes d'installation et agences d'exploitation. Nous recommandons fortement que tout travail de conception, construction, installation électrique ou mécanique, exploitation, entretien et réparation soit uniquement effectué et/ou supervisé et vérifié par des techniciens et ingénieurs qualifiés.

ISBN : 978-979-8978-26-5/978-797-8978-27-2

Table des matières

1. IDENTIFICATION DU SITE	1
1.1 GENERALITES	2
1.2 Cours de la rivière vers un site hydroélectrique	2
1.3 Faisabilité	4
1.3.1 Identification du site et mesure du débit	4
1.3.2 Calcul approximatif du potentiel hydrologique et électrique	6
1.3.3 Charge électrique estimative	7
1.3.4 Comment mesurer le débit d'une rivière/ruisseau	7
1.3.5 Mesure de la décharge et courbe de débits classés	14
1.3.6 Mesure de la hauteur de chute	15
1.3.7 Données générales du projet	24
1.3.8 Synergies, propriété et gestion	26
1.3.9 Offre et demande en énergie	27
1.3.10 Consultants	29
2 OUVRAGES CIVILS	31
2.1 Principes de base sur la construction	32
2.2 Composantes individuelles	44
2.2.1 Barrage et prise d'eau	44
2.2.2 Dessableur - bassin de décantation	53
2.2.3 Canal d'aménagé	57
2.2.4 Chambre de mise en charge	70
2.2.5 Grille	75
2.2.6 Déversoir	81
2.2.7 Conduite forcée et support	85
2.2.8 Bâtiment de la centrale et canal de fuite	97
3 EQUIPEMENTS ELECTROMECHANIQUES	105
3.1 Principes de base	106
3.2 Composantes individuelles	111
3.2.1 Turbine	111
3.2.2 Principaux éléments d'un générateur	117
3.2.3 Panneau, contrôle et ballast	121
3.2.4 L'intérieur du bâtiment de la centrale	129
3.2.5 Branchement électrique pour le bâtiment de la centrale	136
3.2.6 Transmission mécanique	143
3.2.7 Outils et pièces de rechange	152

4 TRANSMISSION & DISTRIBUTION	161
4.1 Principes de bases	162
4.1.1 Principes de base pour planifier, concevoir et établir le réseau électrique	162
4.1.2 Implications de l'utilisation finale productive sur la conception du réseau	163
4.2 Composantes principales	164
4.2.1 Station du transformateur	164
4.2.2 Poteaux et lignes de distribution	168
4.2.3 Connexions des câbles	170
4.2.4 Maintenance	178
5 INSTALLATIONS DANS LES MAISONS	181
5.1 Généralités	182
5.2 Éléments principaux	183
5.2.1 Branchement de maison	184
5.2.2 Disjoncteur de courant	186
5.2.3 Comptage	188
5.2.4 Câblage et installations électriques des ménages / maisons	192
6 GESTION ET ADMINISTRATION	201
6.1 Participation et mobilisation des communautés	202
6.2 Structure institutionnelle	207
6.3 Renforcement des capacités et formation	210
6.4 Politique sur les tarifs	211
6.5 Gestion financière	215
6.6 Suivi et documentation	216
7 UTILISATION DE L'ENERGIE	219

Avant-propos

L'appel urgent pour réduire les émissions de carbone de ses économies, ainsi que la demande sans cesse grandissante dans le monde pour plus d'accès à l'énergie, constituent un défi global prioritaire, définissant le rôle des énergies renouvelables.

Les énergies renouvelables offrent des technologies clémentes pour l'environnement tout en comportant peu de risque pour la production centralisée d'énergie. Dans les zones éloignées, le recours aux énergies renouvelables locales en vue de soutenir le développement des communautés rurales pauvres s'avère souvent plus économiquement viable que de transporter du carburant diesel ou d'étendre le réseau électrique national sur de longues distances. Cependant, là où l'infrastructure des réseaux existe déjà, la maîtrise des ressources naturelles pour fournir de l'énergie au réseau central offre en même temps une source importante de revenu local qui contribue à la stabilité macroéconomique, en supprimant la dépendance sur les carburants fossiles dont les prix sont volatiles.

De ce qui précède, l'Association des Nations de l'Asie du Sud-Est (ASEAN) insiste sur le besoin de renforcer la conception d'énergies renouvelables. L'on considère que si on veut aller de l'avant, il faut promouvoir la coopération mutuelle pour le transfert de connaissance et de capacités afin de réduire les écarts dans le développement parmi les pays membres de l'ASEAN, responsabiliser les peuples dans cette région, et enfin réduire la pauvreté.

Par le truchement de cette publication, Bons & Mauvais exemples d'une mini-centrale hydroélectrique, le Centre pour l'Energie de l'ASEAN (ACE) vise à partager des leçons importantes tirées des expériences dans un pays membres pour disséminer les bonnes pratiques dans l'ensemble de la région. L'objectif est de soutenir le développement des capacités en ressources humaines de l'ASEAN dans la planification, conception, mise en œuvre, gestion, exploitation et entretien durable des mini-centrales hydroélectrique (MCH).

Les deux principes de base dans ce livre sont : "une image vaut mille mots" et "la pire des erreurs c'est celle d'où on a rien appris". Ainsi, parallèlement à la séquence "de l'eau au courant" - on donne des exemples contradictoires de bons & mauvais exemples pour illustrer ce qui définit vraiment la différence. Chaque image est garnie d'une brève explication pour que l'ouvrage puisse servir de manuel de formation technique offrant des directives directes et faciles à comprendre.

Bien que la MCH soit une technologie énergétique relativement mûre et rentable, l'on y commet toujours beaucoup d'erreurs qui causent des frais de maintenance augmentés, réduisent la production, raccourcissent la durée de vie des machines ou représentent même des dangers physiques. La bonne nouvelle, toutefois, c'est que dans plusieurs cas, il suffit de petits changements - parfois, cela coûte moins de faire les choses comme il faut que l'inverse. Ceci dit, ce qu'il faut absolument c'est une préparation et une expertise adéquates parmi les praticiens de l'hydroélectricité et leurs maîtres d'ouvrage pour lesquels "la connaissance, c'est littéralement le pouvoir".

Nguyen Manh Hung
ACE, Directeur Exécutif

Roman Ritter
GTZ, Conseiller Principal en AGMPH

Remerciements

Ce livre puise ses sources de nombreuses photographies et expériences rassemblées dans l'application pratique du savoir-faire international sur la MHP, afin d'améliorer avec succès la mise en œuvre des mini-centrales hydroélectriques en Indonésie.

Ainsi, nos remerciements particuliers à la Direction Générale de l'Utilisation de l'Electricité et l'Energie (DGEEU) en Indonésie et son Projet de Mini-centrales Hydroélectriques (MHHP), mis en œuvre conjointement depuis plus de 10 ans par la DGEEU et GTZ, la Coopération Technique Allemande - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

Un grand merci aussi à l'équipe des auteurs qui ont fait de grands efforts pour compiler l'expertise d'Entec dans la conception de MCH avec le concept didactique du recours à des images contradictoires qui ne nécessitent que peu d'explications pour soulever la différence évidente.

En dernier lieu et non moindre, le Centre pour l'Energie de l'ASEAN (ACE) est extrêmement reconnaissant envers le Ministère Fédéral pour la Coopération Economique et le Développement (BMZ) d'Allemagne pour son soutien constant envers le Projet de Mini-centrale hydroélectrique de l'ASEAN-Allemagne (AGMHP) qui a fourni les ressources nécessaires pour compiler cette publication.

Nguyen Manh Hung

ACE, Directeur Exécutif



1. Identification du site

1.1 GENERALITES

Les stations de mini-centrale hydroélectrique (MCH) sont des installations souvent considérées comme générant une énergie de moins de 1.000 kW. Les sources hydrauliques sont des:

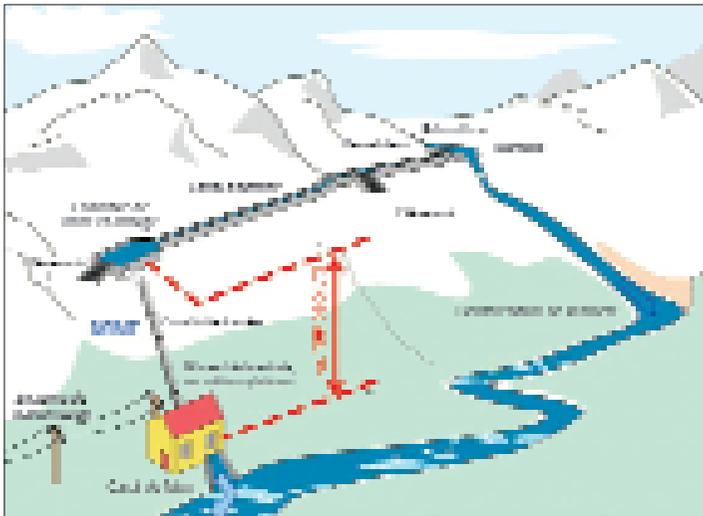
- Rivières et des ruisseaux
- Sources d'eau
- Réseaux de distribution d'eau
- Systèmes d'évacuation des eaux usées

Pour créer de l'électricité dans une petite station hydroélectrique, les deux questions suivantes sont essentielles :

- Quelle est la quantité d'eau disponible pour la turbine tout au long de l'année (débit) ?
- Quelle est éventuellement la différence de hauteur (de chute) ?

1.2 COURS DE LA RIVIERE VERS UNE STATION HYDROELECTRIQUE

Le débit et la hauteur de chute constituent les paramètres les plus importants dans la conception d'une station hydroélectrique.



Exemple typique d'une centrale hydroélectrique au fil de l'eau

- Une centrale hydroélectrique au fil de l'eau est une MCH sans réservoir ni capacité de stockage
- Une centrale hydroélectrique avec un ouvrage de haute chute détournant un cours d'eau est une MCH où l'eau est déviée de la rivière vers un canal d'aménagé et/ou un système de conduite forcée

- En général, il existe deux types de MCH en ce qui concerne la connexion au réseau de distribution :
 - MCH isolée
 - MCH connectée au réseau de distribution
- La conception d'une MCH isolée diffère quelque peu de celle connectée au réseau de distribution. La plupart des composantes sont les mêmes, comme l'ouvrage civil et les composantes hydrauliques.
- Dans certains cas, les MCH sont construites en tant que MCH isolées avant d'être connectée au réseau de distribution.

Note :

LE CHOIX DE PARAMETRES INCORRECTS ET UNE CONCEPTION NON OPTIMISEE ENGENDRENT D'ENORMES HAUSSES DES COUTS OU DES RESULTATS NON SATISFAISANTS !

AINSI EST-IL FORTEMENT RECOMMANDE DE FAIRE APPEL A UN EXPERT EN MCH POUR LA PHASE DE LA CONCEPTION !

1.3 FAISABILITE

Les informations les plus importantes qui doivent être disponibles sont la situation générale et la topographie du site, le débit disponible dans la rivière pendant toute l'année et la hauteur de chute exploitable. En plus, il est aussi important de connaître la distance par rapport aux éventuels consommateurs d'électricité et/ou lignes électriques à proximité.

1.3.1 Identification du site et mesure du débit

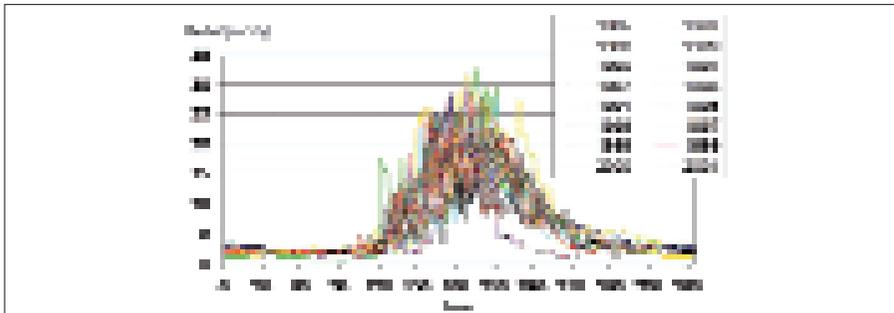
Il faut rassembler les informations suivantes :

- Le débit minimum et maximum de pendant toute l'année
- La conception optimale de tous le système, dont la prise d'eau, le canal d'amené, le bassin de décantation, la conduite forcée, le bâtiment de la centrale et le canal de fuite
- La taille et longueur de la ligne de transmission et de distribution du bâtiment de la centrale vers les consommateurs
- Une projection de la demande pour les ménages, petites industries et installations d'infrastructure sociale à raccorder dans l'avenir

Collecter des données sur le débit de la rivière/ruisseau

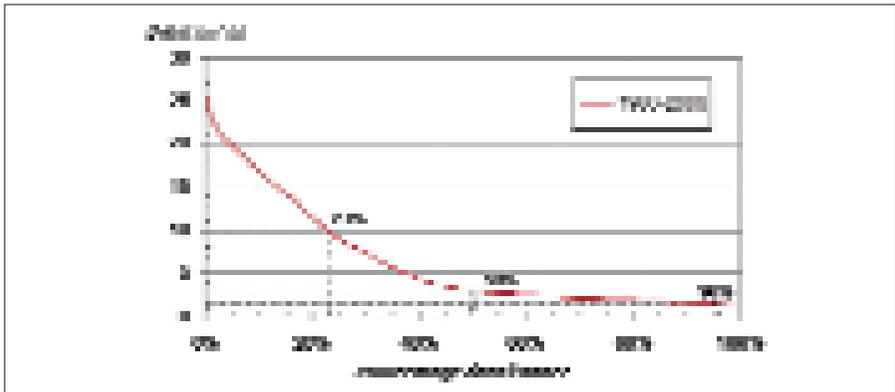
Pour concevoir une centrale hydroélectrique, il est important de disposer de données sur les débits, couvrant autant d'années que possible, pour connaître avec certitude la quantité d'eau disponible (en saison sèche et des pluies) pour la turbine. Ces données donnent au concepteur les informations de base pour choisir une turbine qui marche le plus efficacement.

Avec ces informations et la demande des consommateurs, le concepteur peut choisir la turbine et le générateur qu'il faut ainsi que définir la taille et longueur du réseau de distribution pour une MCH isolée.



Hydrographes pour une période de 16 ans

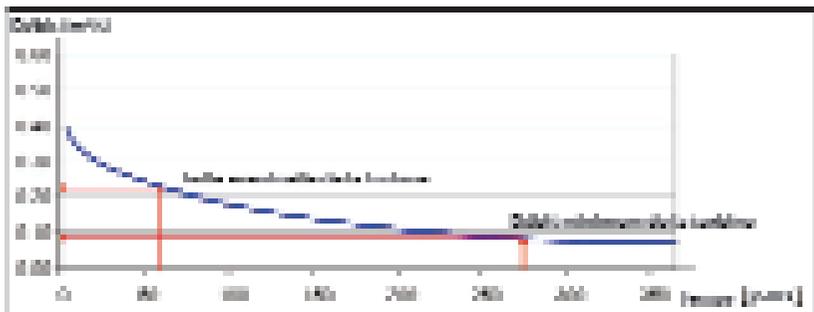
La figure montre la mesure des débits quotidiens sur une période de 16 ans. Ceci est une situation de données idéales. En réalité, de telles bonnes données sont assez rarement disponibles.



Courbe de débits classés

Une soi-disant courbe de débits classés est générée en faisant le tri de toutes les données sur la taille des débits mesurés, et en les imprimant sur 100% de la durée couverte par les mesures. Le diagramme indique par exemple que pendant 23% du temps la décharge dépasse 10 m³/s. Cette courbe constitue l'information la plus importante pour la conception de la centrale hydroélectrique. Si elle n'est pas basée sur de bonnes données, tous les autres éléments deviennent également spéculatifs.

Si les mesures requises ne sont pas disponibles, alors il faudrait mesurer et noter le débit quotidiennement pendant au moins un an afin d'obtenir la courbe suivante.



Exemple d'une courbe de débits classés pendant un an

La courbe de débits classés est obtenue en faisant le tri des 365 valeurs de la courbe de décharge de la rivière. Partant de la courbe de débits classés, l'ingénieur évalue la capacité disponible. Le dimensionnement de l'usine dépend du débit d'eau disponible et l'estimation de la future demande des clients. L'idéal serait que la MCH puisse couvrir toutes les demandes pendant toute l'année. Si la demande dépasse la capacité disponible, il faut identifier des ressources d'énergie alternative et/ou prendre en considération des mesures de conservation de l'énergie.

S'il est impossible d'obtenir de bonnes mesures sur une longue période, il faudrait demander l'aide d'un hydrologue expérimenté pour cette analyse.

1.3.2 Calcul approximatif de l'éventuel courant hydrologique et électrique

En répondant aux questions suivantes, vous allez définir si la planification vaut la peine qu'on la poursuive :



1. Quel est la quantité de débit disponible ?

Effectuez les mesures puis dessinez la courbe de débit (hydrographe) comme indiqué ci-dessus pour une période d'un an minimum. Prenez le débit minimum pour les calculs ultérieurs. Vous obtenez le débit à votre disposition pendant toute l'année.

2. Quelle est la hauteur de chute disponible ?

Mesurez la hauteur de chute allant de l'éventuel emplacement de la chambre de mise en charge à celui de la turbine.

Une fois que l'on connaît la hauteur de chute et la décharge (débit), on peut facilement calculer la puissance hydroélectrique théorique :

$$P[W] = Q [l/s] \times H [m] \times 9,81$$

P = Puissance en Watt

Q = Débit minimum disponible

H = Hauteur de chute, mesurée en mètres

Cette formule ne montre que la capacité hydraulique et se réfère à 100% d'efficacité sans pertes. Les pertes dans la conduite forcée, la turbine, la boîte de vitesses, le groupe générateur et la transmission de l'électricité réduisent la puissance électrique définitive. En calculant des pertes de 20 30%, la puissance électrique définitive sera d'environ :

$$P[W] = Q [l/s] \times H [m] \times 7$$

EXEMPLE :

Prenons comme exemple la courbe de débits classés pour une année dans l'une des pages précédentes. Le débit minimum pour la turbine y indiquée est d'environ 90 l/s. Ce débit est dépassé dans 275 jours de l'année et pendant les 90 jours restants, le débit est légèrement moins important, la centrale hydroélectrique produira désormais moins de courant. Supposons que nous disposons d'une hauteur de chute de 30 mètres. Dans ce cas, la génération de courant sera de :

$$P[W] = 90 [l/s] \times 30 [m] \times 7 = 18,900 \text{ Watt}$$

Alors, cette MCH va générer presque 19 kW.

Si l'ingénieur choisit une turbine plus grande, disons une avec une charge prévue de 220 l/s, la MCH pourrait générer aux alentours de 46 kW, mais seulement pendant 60 jours de l'année, pendant les débits crus. Le reste de l'année, soit environ 300 jours, la MCH produirait beaucoup moins de courant, en fonction de la décharge disponible.

1.3.3 Charge électrique estimative

Essayez d'estimer la fourniture en courant électrique nécessaire pour toutes les ménages, installations d'infrastructure publique (ex : écoles, marchés, cliniques, bâtiments publics et éclairages de rues), ateliers, etc. dans le système électrique. Pour chaque ménage, calculez environ 50.....150W pour l'éclairage, la radio, la télé, le ventilateur, le frigo, etc.

Avec le débit de l'exemple ci-dessus, on pourrait approvisionner environ 190 ménages en électricité pendant toute l'année avec une éventuelle MCH.

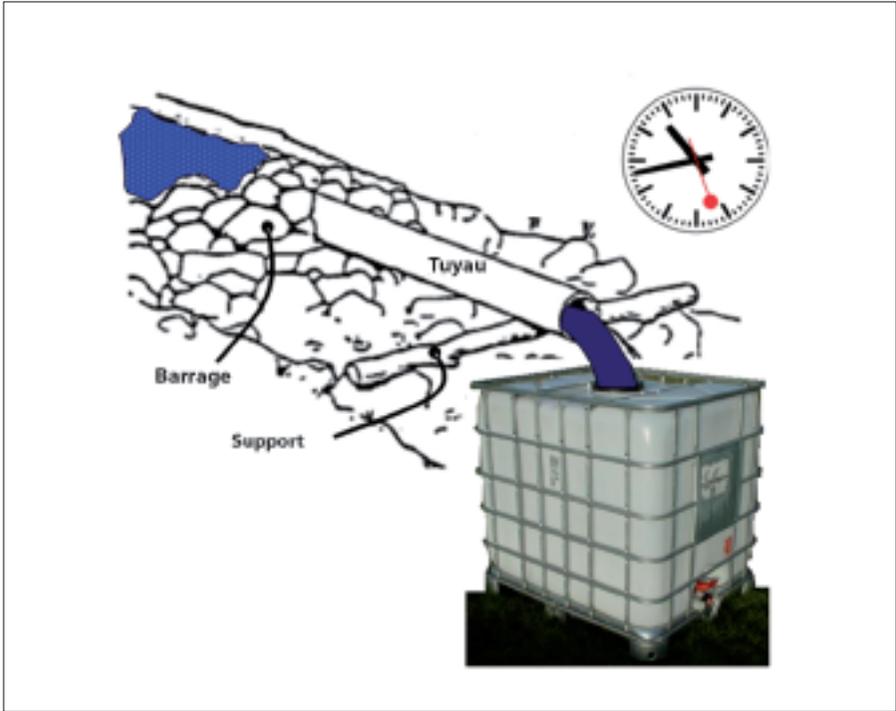
1.3.4 Comment mesurer le débit d'une rivière/ruisseau

Mesurer avec précision le débit d'une rivière ou d'un ruisseau n'est pas facile !

Cette mesure doit être effectuée quotidiennement pendant toute une année. Pour cette fin, l'installation doit être appropriée et robuste. En fonction de la taille de la rivière ou du ruisseau, il existe différentes méthodes pour mesurer le débit :

- Méthode Bucket
- Méthode Float
- Méthode Moulinet (Méthodes Vitesse - Zone)
- Méthode Barrage à Crête Pointue
- Méthode par dilution de sel

Méthode Bucket



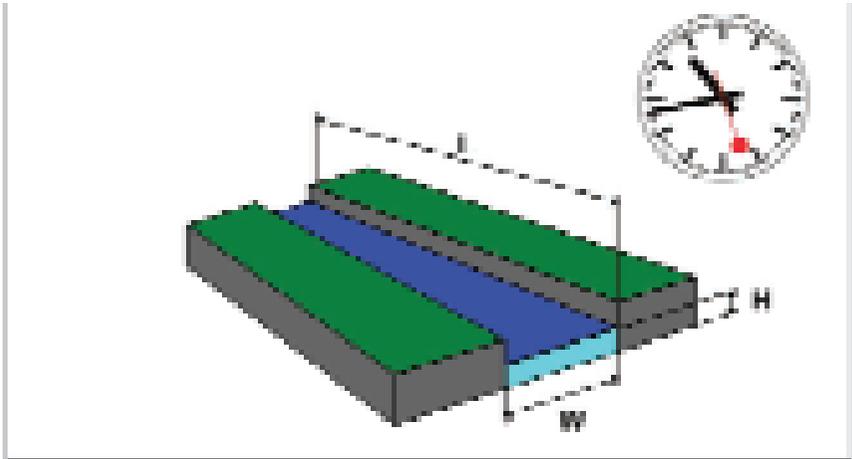
Uniquement pour un petit débit (environ 20 l/s)

- Si vous ne disposez que d'un petit débit, vous pouvez effectuer la mesure avec cette méthode.
- Il est important de prendre un grand réservoir (d'une capacité d'environ 1 000 litres) avec un bouchon de vidange au fond.
- Le débit à mesurer est dirigé vers le réservoir dont on connaît le volume.
- Il faut inscrire le temps qu'il a fallu pour remplir le réservoir.
- En divisant le volume (en litres) du réservoir par le temps qu'il a fallu pour le remplir (en secondes), on peut calculer le débit en litres/seconde.

NB :

CETTE METHODE EST TRES PRECISE SI ON ARRIVE A REALISER UNE TELLE INSTALLATION ! MAIS UTILISEZ-LA UNIQUEMENT POUR LES PETITS DEBITS !

Méthode Float



Pour débit > 20 l/s

Profil

Il faut d'abord définir la coupe transversale. Normalement, c'est plus difficile que dans notre exemple (Coupe transversale = $H \times W$). Essayez de diviser l'ensemble de la coupe transversale en plusieurs sections, quand le profil n'est pas rectangulaire, puis rassemblez les différentes sections pour définir l'ensemble de la coupe transversale.

Float

Pour une longueur connue de ruisseau (L), une coupe transversale moyenne devrait être disponible, où l'on va chronométrer une bouteille plastique à moitié pleine d'eau sur une longueur mesurée ($L = 10 \dots 20\text{m}$). En multipliant la zone de coupe transversale avec la vitesse moyenne du débit, on peut désormais obtenir une estimation du taux de débit. Pour tous les cas ; il faut appliquer une marge d'erreur +/- 20%.

Méthode Moulinet (Méthodes Vitesse - Zone)

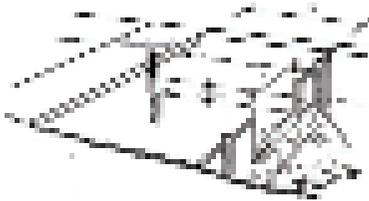


- Dans un point quelconque de la rivière, la vitesse est différente - plus rapide à la surface et plus lente au fond. On peut mesurer la vitesse du débit dans différentes profondeurs et dans un point quelconque de la coupe transversale de la rivière par un moulinet.
- Il faut obtenir une moyenne des valeurs. Les données sur la mesure de la vitesse sont par la suite utilisées pour calculer le débit réel, partant de la zone de chaque segment.
- Avant de commencer les mesures de la vitesse, il faut marquer la coupe transversale avec une barre d'acier ou de bois disposée horizontalement pour obtenir une hauteur de référence. Prenez note de l'emplacement de la coupe transversale et aussi la date et l'heure de la mesure du débit.

NB :

CETTE METHODE CONVIENT AUX VELOCITES DE DÉBIT ALLANT DE 0,2 - 5 m/s ET ON PEUT ENTRER DANS L'EAU EN TOUTE SECURITE !

Méthode Barrage à Crête Pointue



Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Les barrages à crête pointue munis de débit contrôlé donnent de bonnes mesures de débit.

Mais :

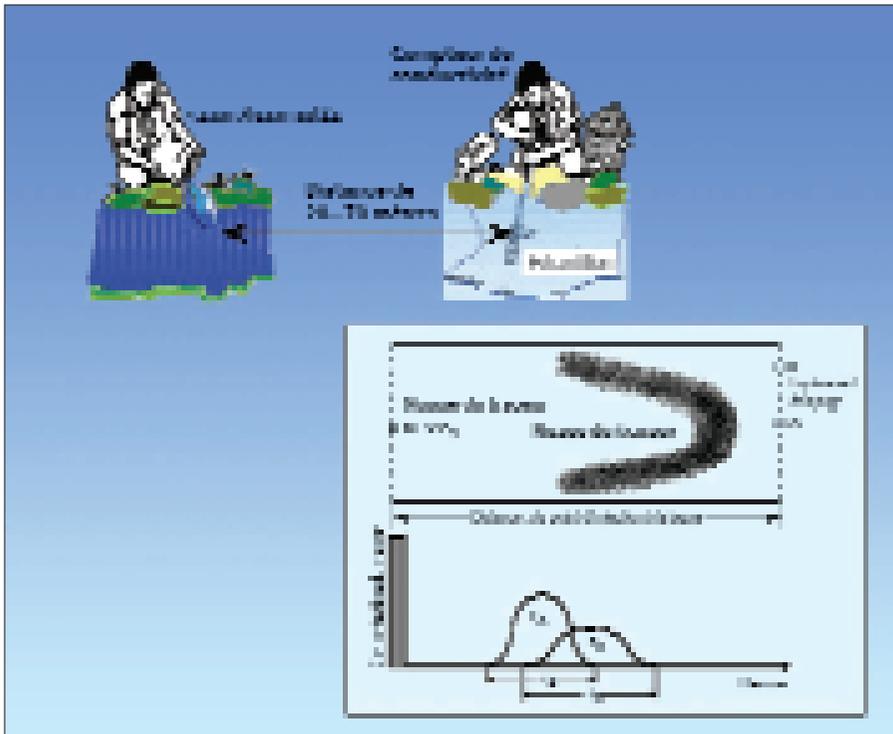
- L'installation n'est pas facile et requiert beaucoup de capacités et d'expérience
- Les tableaux de référence doivent indiquer les relations entre la hauteur et le débit Q
- Le barrage sur l'image n'est pas vraiment rectangulaire

Pour les barrages rectangulaires dont $b = 1\text{m}$ et L est environ 2 - 3m, on peut identifier le débit à partir du tableau suivant :

H(m)	Q(m³/s)	H(m)	Q(m³/s)	H(m)	Q(m³/s)	H(m)	Q(m³/s)
0,07	1,2	0,11	700	0,70	700	1,10	2000
0,08	5	0,14	110	0,8	600	1,2	2000
0,09	8	0,16	200	0,9	500	1,30	2000
0,10	11	0,18	300	0,95	400	1,3	1000
0,15	20	0,2	500	0,98	300	1,35	700
0,20	30	0,22	700	1,00	200	1,4	500
0,25	40	0,24	900	1,1	1000	1,45	300
0,30	50	0,26	100	0,12	1000	1,5	200
0,35	60	0,28	120	0,14	1100		
0,4	70	0,3	140	0,16	1100		
0,45	80	0,32	160	0,18	1200		
0,5	90	0,34	180	0,2	1300		
0,55	100	0,36	200	0,22	1400		
0,6	110	0,38	220	0,24	1500		
0,65	120	0,4	240	0,26	1600		
0,7	130	0,42	260	0,28	1700		
0,75	140	0,44	280	0,3	1800		
0,8	150	0,46	300	0,32	1900		
0,85	160	0,48	320	0,34	2000		
0,9	170	0,5	340	0,36	2100		
0,95	180	0,52	360	0,38	2200		
1,0	190	0,54	380	0,4	2300		
1,05	200	0,56	400	0,42	2400		
1,1	210	0,58	420	0,44	2500		
1,15	220	0,6	440	0,46	2600		
1,2	230	0,62	460	0,48	2700		
1,25	240	0,64	480	0,5	2800		
1,3	250	0,66	500	0,52	2900		
1,35	260	0,68	520	0,54	3000		
1,4	270	0,7	540	0,56	3100		
1,45	280	0,72	560	0,58	3200		
1,5	290	0,74	580	0,6	3300		
1,55	300	0,76	600	0,62	3400		
1,6	310	0,78	620	0,64	3500		
1,65	320	0,8	640	0,66	3600		
1,7	330	0,82	660	0,68	3700		
1,75	340	0,84	680	0,7	3800		
1,8	350	0,86	700	0,72	3900		
1,85	360	0,88	720	0,74	4000		
1,9	370	0,9	740	0,76	4100		
1,95	380	0,92	760	0,78	4200		
2,0	390	0,94	780	0,8	4300		
2,05	400	0,96	800	0,82	4400		
2,1	410	0,98	820	0,84	4500		
2,15	420	1,0	840	0,86	4600		
2,2	430	1,02	860	0,88	4700		
2,25	440	1,04	880	0,9	4800		
2,3	450	1,06	900	0,92	4900		
2,35	460	1,08	920	0,94	5000		
2,4	470	1,1	940	0,96	5100		
2,45	480	1,12	960	0,98	5200		
2,5	490	1,14	980	1,0	5300		
2,55	500	1,16	1000	1,02	5400		
2,6	510	1,18	1020	1,04	5500		
2,65	520	1,2	1040	1,06	5600		
2,7	530	1,22	1060	1,08	5700		
2,75	540	1,24	1080	1,1	5800		
2,8	550	1,26	1100	1,12	5900		
2,85	560	1,28	1120	1,14	6000		
2,9	570	1,3	1140	1,16	6100		
2,95	580	1,32	1160	1,18	6200		
3,0	590	1,34	1180	1,2	6300		
3,05	600	1,36	1200	1,22	6400		
3,1	610	1,38	1220	1,24	6500		
3,15	620	1,4	1240	1,26	6600		
3,2	630	1,42	1260	1,28	6700		
3,25	640	1,44	1280	1,3	6800		
3,3	650	1,46	1300	1,32	6900		
3,35	660	1,48	1320	1,34	7000		
3,4	670	1,5	1340	1,36	7100		
3,45	680	1,52	1360	1,38	7200		
3,5	690	1,54	1380	1,4	7300		
3,55	700	1,56	1400	1,42	7400		
3,6	710	1,58	1420	1,44	7500		
3,65	720	1,6	1440	1,46	7600		
3,7	730	1,62	1460	1,48	7700		
3,75	740	1,64	1480	1,5	7800		
3,8	750	1,66	1500	1,52	7900		
3,85	760	1,68	1520	1,54	8000		
3,9	770	1,7	1540	1,56	8100		
3,95	780	1,72	1560	1,58	8200		
4,0	790	1,74	1580	1,6	8300		
4,05	800	1,76	1600	1,62	8400		
4,1	810	1,78	1620	1,64	8500		
4,15	820	1,8	1640	1,66	8600		
4,2	830	1,82	1660	1,68	8700		
4,25	840	1,84	1680	1,7	8800		
4,3	850	1,86	1700	1,72	8900		
4,35	860	1,88	1720	1,74	9000		
4,4	870	1,9	1740	1,76	9100		
4,45	880	1,92	1760	1,78	9200		
4,5	890	1,94	1780	1,8	9300		
4,55	900	1,96	1800	1,82	9400		
4,6	910	1,98	1820	1,84	9500		
4,65	920	2,0	1840	1,86	9600		
4,7	930	2,02	1860	1,88	9700		
4,75	940	2,04	1880	1,9	9800		
4,8	950	2,06	1900	1,92	9900		
4,85	960	2,08	1920	1,94	10000		
4,9	970	2,1	1940	1,96	10100		
4,95	980	2,12	1960	1,98	10200		
5,0	990	2,14	1980	2,0	10300		

- Le barrage peut être construit avec n'importe quel matériau, mais l'entaille devrait avoir des bords tranchants (le métal serait le meilleur choix).
- Les barrages sont toujours orientés à un angle droit par rapport au débit du ruisseau
- Si b est plus large ou plus étroit que 1m, on peut simplement multiplier les valeurs Q dans le tableau par la même proportion. Par exemple : pour un barrage de 0,8m de large, vous multipliez les valeurs Q par 0,8 ; et pour un barrage de 2m de large, il faut multiplier les valeurs Q par 2.
- Un barrage à crête pointue constitue aussi un bon instrument pour générer une courbe de débits classés (hydrographe) sur une longue période, par exemple : sur un an. Il suffit d'installer une échelle limnimétrique à 2-3m en amont du barrage, inscrire le niveau de la jauge chaque jour à la même heure, calculer la décharge à partir du tableau ci-dessus, et le noter dans un tableau.

Méthode par dilution de sel



La figure montre l'intensité de la conductivité

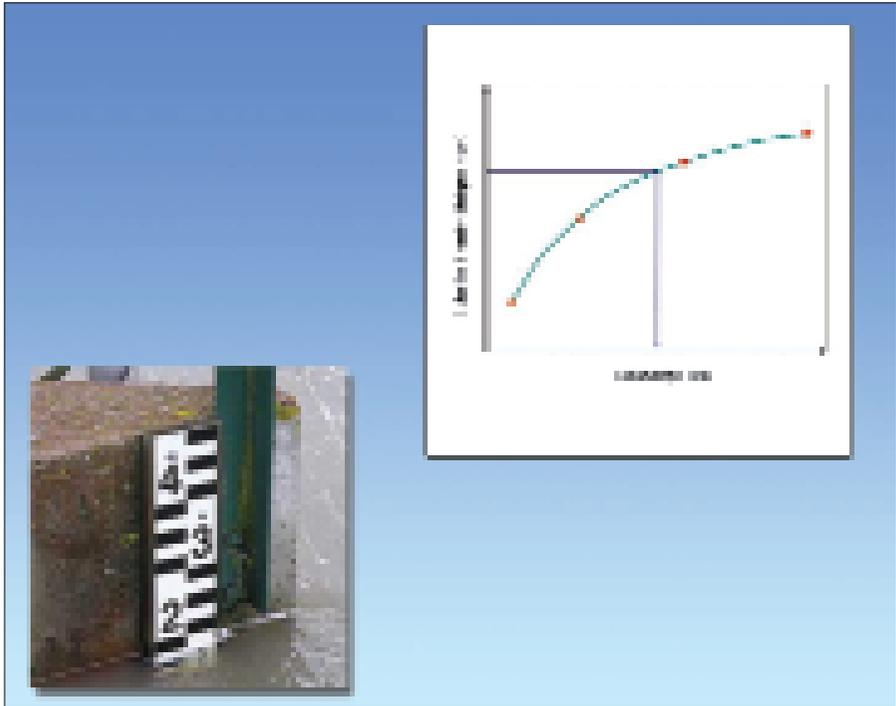
- Un seau d'eau salée dont on connaît la concentration est déversé au milieu du ruisseau. Le débit va disperser le nuage du concentré de sel
- La sonde est insérée en aval, à au moins 20 fois la largeur de la rivière, pour mesurer la conductivité électrique du mélange ruisseau / concentré de sel. Ainsi, pour une rivière de 10m de large, il faudrait effectuer la mesure au moins à 200m en aval.
- Le débit du ruisseau sera mesuré et calculé par le compteur de conductivité

NB :

SEULE UNE PERSONNE FORMEE ET MUNIE DE L'EQUIPEMENT QU'IL FAUT PEUT EFFECTUER CETTE METHODE DE MESURE !

1.3.5 Mesure de la décharge et courbe de débits classés

Certes, mesurer un débit requiert un effort considérable, nonobstant votre méthode. Alors il vaudrait le faire quelques fois seulement, mais il faudrait le faire à différents débits, disons pendant les débits minimums que vous pouvez observer, et le débit maximum de la rivière ainsi que deux débits intermédiaires. En même temps, il faut toujours mesurer la table de la rivière au même endroit, et il faut installer une échelle limnimétrique permanent à cette fin. Ainsi, vous pouvez concevoir une relation entre la table et la décharge, sur la base de vos mesures. C'est une courbe simple, montrée en vert dans la figure ci-dessous.



Échelle limnimétrique pour une lecture rapide et facile du niveau de l'eau

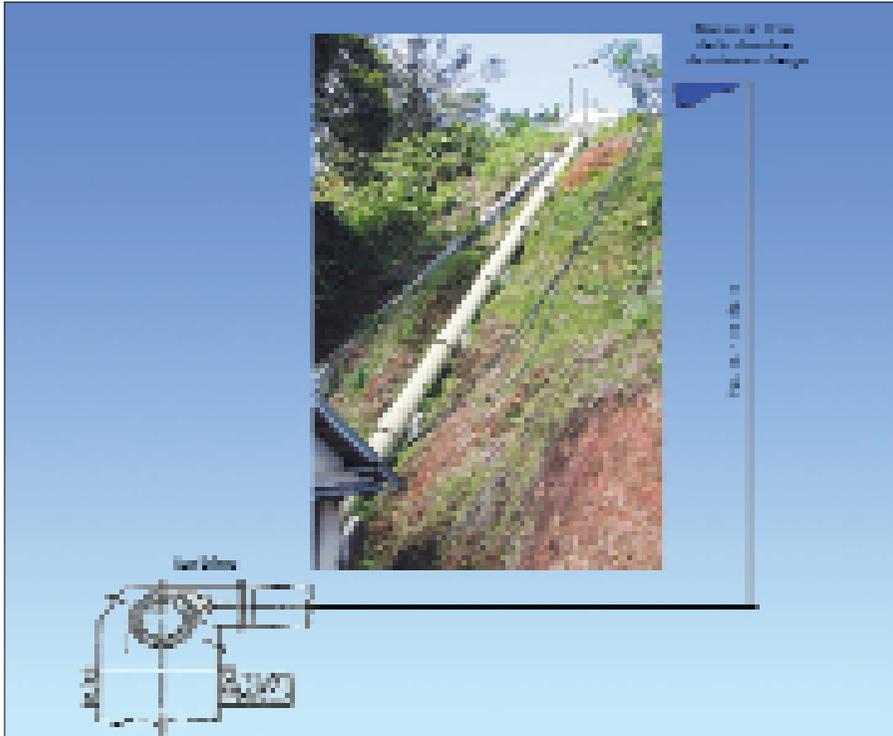
Les étoiles rouges représentent les mesures que vous avez prises. A partir de là, vos devez seulement mesurer la table, disons chaque jour à midi, et votre courbe vous indiquera la décharge au même moment. Les deux flèches bleues indiquent comment cela marche. Si vous le faites pendant un an, vous obtiendrez les données qu'il faut pour une courbe de débits classés.

NB :

SI VOUS AVEZ DU MAL A COMPRENDRE CETTE PROCEDURE, IL FAUT RECRUTER UN EXPERT POUR VOUS AIDER !

1.3.6 Mesure de la hauteur de chute

La hauteur de chute, c'est la différence de hauteur entre le niveau de l'eau de la chambre de mise en charge prévu et l'emplacement prévu pour l'arbre de la turbine. Ils existent plusieurs manières d'effectuer la mesure.



Exemple schématique de la mesure de la hauteur de chute

Mesure de la hauteur de chute par niveau

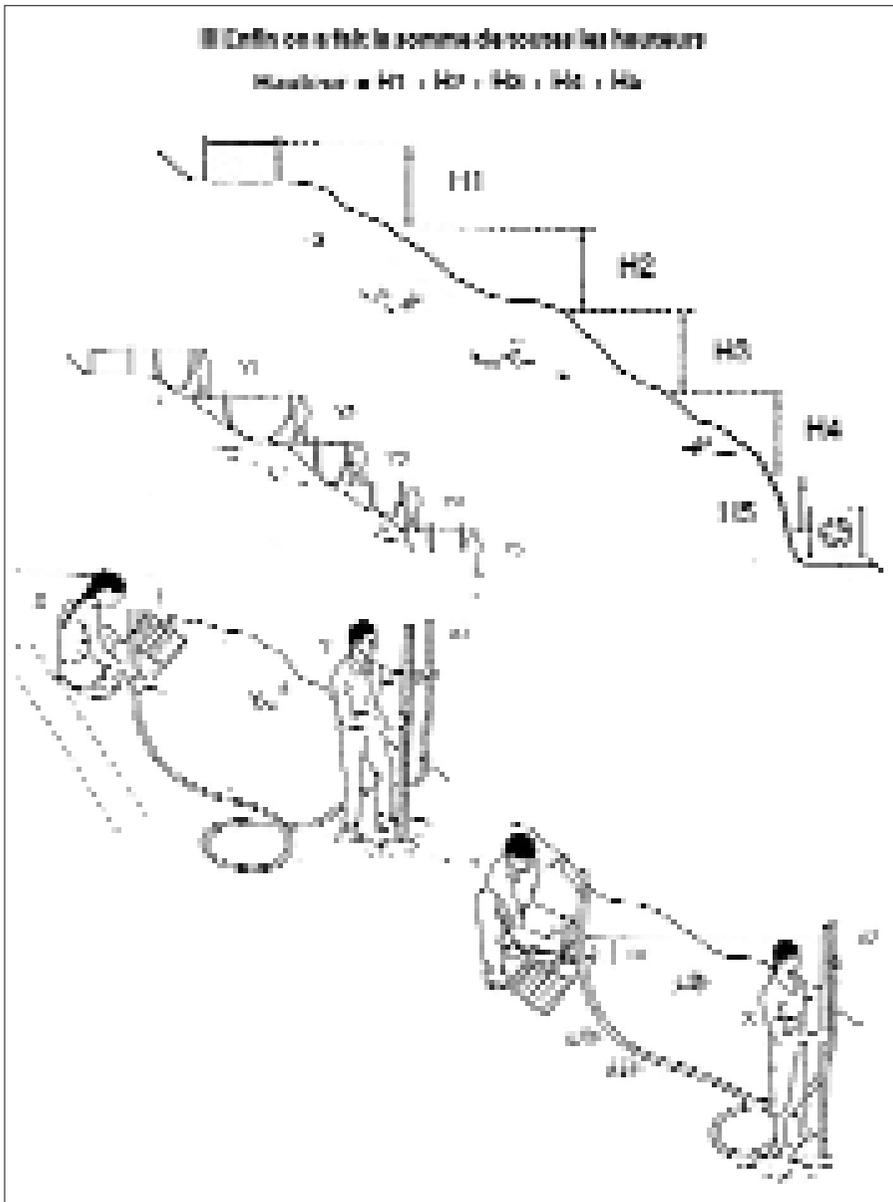
1 - Niveau de référence pour toutes les mesures
 2 - Niveau de base pour le calcul
 3 - Niveau
 4 - Hauteur (pour toutes les mesures)

M.A.T. - Marque Niveau Horizontal (pour de référence)

Mesure de la hauteur de chute par niveau

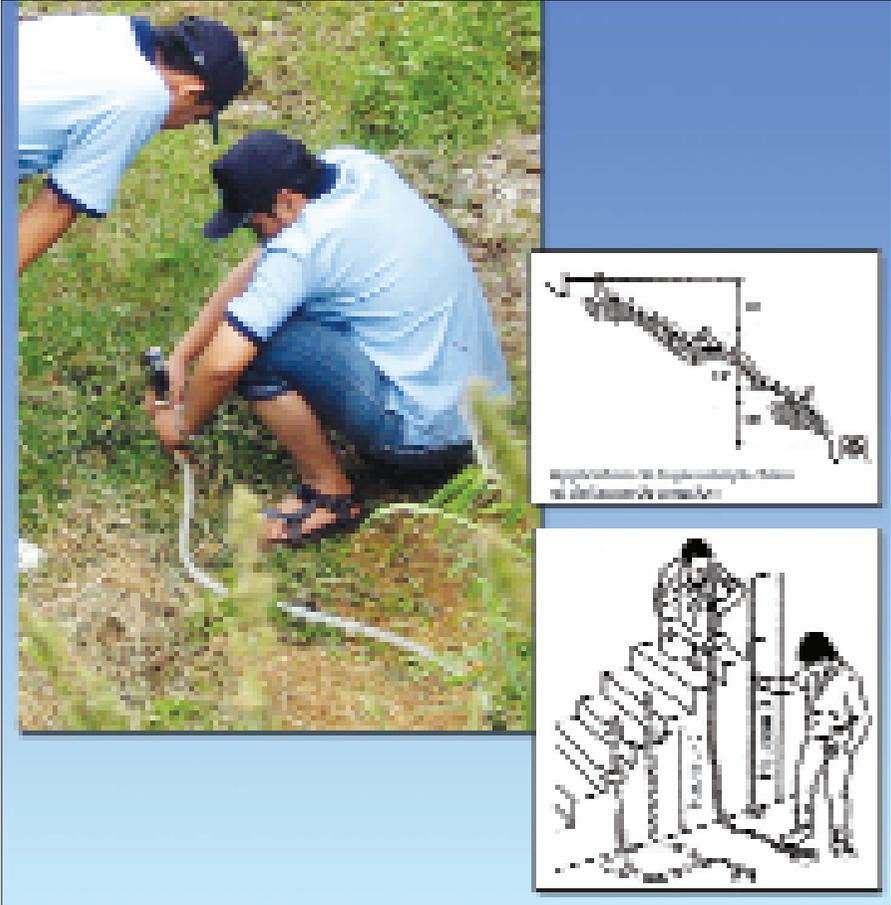
Les principes de mesure par méthode de niveau

Mesure de la hauteur de chute par le niveau de l'eau



Cette méthode est similaire à celle du niveau, sauf qu'on utilise un tuyau rempli d'eau

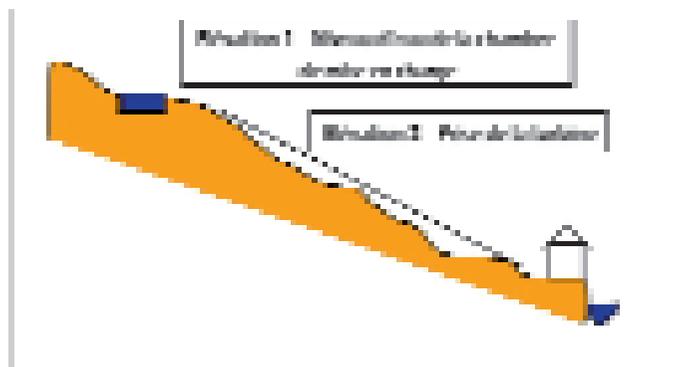
Mesure de la hauteur de chute par jauge de pression



Quels sont les caractéristiques de cette méthode simple de mesure de hauteur de chute ?

- Il suffit d'avoir une jauge de pression et d'un tuyau plastic en transparent
- Seulement deux erreurs principales seulement peuvent survenir :
 - La jauge n'est pas calibrée comme il faut
 - Il y a des bulles d'air dans le tuyau
- Il faut d'abord calibrer l'échelle de la jauge pour une lecture décroissante ; répéter cette exercice 5 fois pour obtenir des résultats fiables
- Vérifiez la taille et la longueur du tuyau car il faut amener le tuyau rempli d'eau le long de la distance entre la prise d'eau et le canal de fuite
- Inscrive toutes les données sur un tableau

Mesure de la hauteur de chute par baromètre / altimètre



La hauteur de chute est la différence entre l'élévation 1 et 2



Un altimètre est basé sur la pression atmosphérique, laquelle diffère suivant l'élévation. Elle décroît au fur et à mesure que l'on monte en altitude par rapport au niveau de la mer.

Quand utiliser un altimètre ?

- N'utilisez cette méthode que si la météo est stable
- Les mesures doivent être effectuées dans un délai court
- Effectuez la mesure plusieurs fois, puis calculez la hauteur de chute moyenne
- N'utilisez pas cette méthode pour les petites hauteurs de chute de moins de 50m, puisque les baromètres disposent d'une imprécision considérable
- Cette méthode est recommandée comme première mesure rapide, qui sera par la suite validée par des mesures plus précises

Mesure de la hauteur de chute par Clinomètre

Une échelle pour mesure de la hauteur.



Une mesure de la pente par un clinomètre de fond au fond.



Deux mesures de base en fonction relative
fond au fond, sont possibles.



Angle (°)	Pente (%)	Distance (m)	Hauteur (m)
0	0	0	0
1	1.74	57.74	1.00
2	3.49	28.84	1.00
3	5.21	19.05	1.00
4	6.91	14.30	1.00
5	8.72	11.47	1.00
6	10.62	9.51	1.00
7	12.55	8.07	1.00
8	14.50	6.96	1.00
9	16.49	6.10	1.00
10	18.50	5.44	1.00
11	20.54	4.93	1.00
12	22.60	4.52	1.00
13	24.69	4.19	1.00
14	26.80	3.91	1.00
15	28.94	3.67	1.00
16	31.10	3.46	1.00
17	33.28	3.28	1.00
18	35.48	3.12	1.00
19	37.70	2.99	1.00
20	39.94	2.88	1.00
21	42.20	2.79	1.00
22	44.47	2.72	1.00
23	46.76	2.66	1.00
24	49.06	2.61	1.00
25	51.38	2.57	1.00
26	53.71	2.54	1.00
27	56.06	2.51	1.00
28	58.42	2.49	1.00
29	60.79	2.47	1.00
30	63.17	2.46	1.00
31	65.56	2.45	1.00
32	67.96	2.44	1.00
33	70.37	2.44	1.00
34	72.79	2.43	1.00
35	75.21	2.43	1.00
36	77.64	2.43	1.00
37	80.08	2.42	1.00
38	82.53	2.42	1.00
39	84.98	2.42	1.00
40	87.44	2.41	1.00
41	89.90	2.41	1.00
42	92.37	2.41	1.00
43	94.84	2.40	1.00
44	97.31	2.40	1.00
45	99.79	2.40	1.00
46	102.26	2.39	1.00
47	104.74	2.39	1.00
48	107.22	2.39	1.00
49	109.70	2.38	1.00
50	112.18	2.38	1.00
51	114.66	2.38	1.00
52	117.14	2.37	1.00
53	119.62	2.37	1.00
54	122.10	2.37	1.00
55	124.58	2.36	1.00
56	127.06	2.36	1.00
57	129.54	2.36	1.00
58	132.02	2.35	1.00
59	134.50	2.35	1.00
60	136.98	2.35	1.00
61	139.46	2.34	1.00
62	141.94	2.34	1.00
63	144.42	2.34	1.00
64	146.90	2.33	1.00
65	149.38	2.33	1.00
66	151.86	2.33	1.00
67	154.34	2.32	1.00
68	156.82	2.32	1.00
69	159.30	2.32	1.00
70	161.78	2.31	1.00
71	164.26	2.31	1.00
72	166.74	2.31	1.00
73	169.22	2.30	1.00
74	171.70	2.30	1.00
75	174.18	2.30	1.00
76	176.66	2.29	1.00
77	179.14	2.29	1.00
78	181.62	2.29	1.00
79	184.10	2.28	1.00
80	186.58	2.28	1.00
81	189.06	2.28	1.00
82	191.54	2.27	1.00
83	194.02	2.27	1.00
84	196.50	2.27	1.00
85	198.98	2.26	1.00
86	201.46	2.26	1.00
87	203.94	2.26	1.00
88	206.42	2.25	1.00
89	208.90	2.25	1.00
90	211.38	2.25	1.00
91	213.86	2.24	1.00
92	216.34	2.24	1.00
93	218.82	2.24	1.00
94	221.30	2.23	1.00
95	223.78	2.23	1.00
96	226.26	2.23	1.00
97	228.74	2.22	1.00
98	231.22	2.22	1.00
99	233.70	2.22	1.00
100	236.18	2.21	1.00

Échelles disponibles

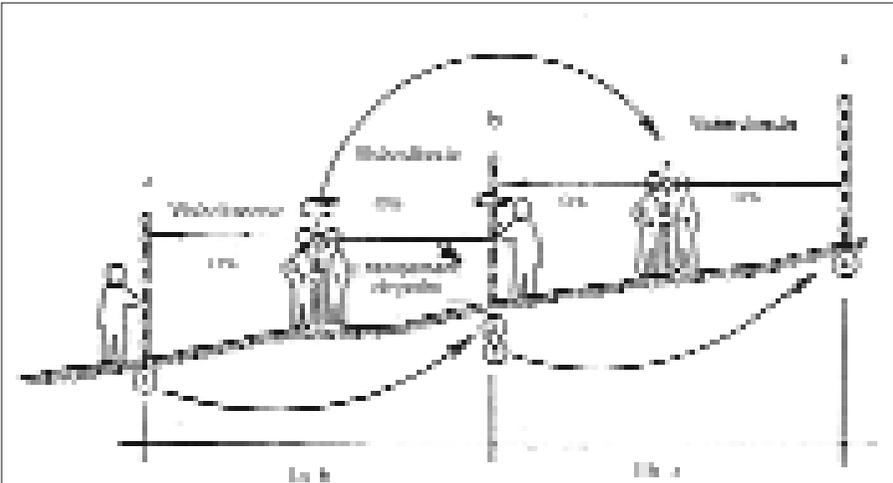


Clinomètre

Comment utilise-t-on un clinomètre ?

- On peut effectuer plusieurs mesures avec un clinomètre :
- Pour mesurer un angle, il faut pendre le clinomètre verticalement
- Pour mesurer une pente (%), il faut tenir et pointer le clinomètre en s'assurant que le "0%" soit au fond/sommet du point à mesurer
- Pour mesurer une distance, il faut tenir et pointer le clinomètre en s'assurant que le "00" soit au fond/sommet du point
- On obtient les meilleurs résultats et les plus précis en maintenant la main bien stable sur le front ou sur un poteau
- Partant de la mesure, on peut calculer la différence de hauteur entre les deux points

Mesure de la hauteur de chute par instrument de mesure de niveau



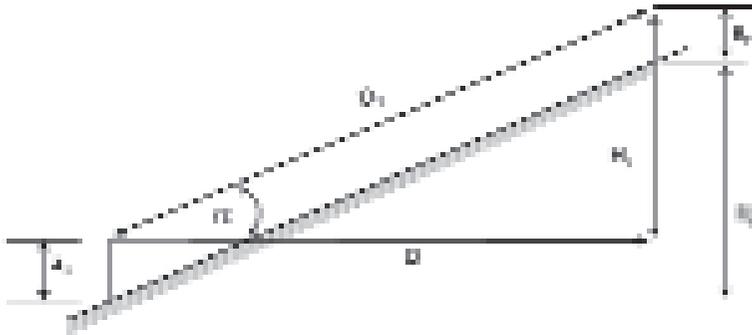
Pourquoi utiliser un instrument de mesure automatique de niveau ?

- Les mesures sont rapides et applicables aussi pour les distances plus longues, ex : un terrain plat ; pour les terrains en pente, il faut installer l'instrument plus souvent
- La précision des mesures est très élevée, si on les effectue correctement
- Il faut s'assurer que l'instrument de mesure de niveau est installé horizontalement sur le trépied
- Les instruments de mesure de niveau peuvent mesurer dans un plan horizontal uniquement, pas de déflexion possible
- Le résultat de la mesure est la différence de hauteur et la distance entre les deux points où la mire est installée
- En inscrivant toutes les mesures et en faisant leur total, on peut calculer la distance et la hauteur (qui constitue la hauteur de chute disponible)
- Cette méthode est similaire à celle utilisée avec un clinomètre, mais plus précise



Instruments d'arpentage (Théodolite ou tachéomètre)

Mesure de l'angle vertical et de la distance requise



$$H = D \cdot \tan \alpha \text{ or } H = D_1 \cdot \sin \alpha$$

peu vu que $a1 - a2$ (hauteur instrument - hauteur cible)



Théodolite



Sur le site



Tachéomètre

Caractéristiques des instruments de haute technologie :

- Un théodolite peut mesurer la distance, la hauteur et des angles ; les données sont inscrites à la main
- Un "Tachéomètre" fait de même, mais les données d'arpentage sont enregistrées automatiquement sur une puce
- Ces instruments sont utilisés par des arpenteur-géomètres professionnels
- Pour ne calculer que la hauteur de chute, de tels instruments ne sont pas vraiment nécessaires, mais peuvent s'avérer très utiles si l'arpentage porte sur un vaste terrain

Mesure de la hauteur de chute avec des instruments de haute technologie



Ces instruments devraient être utilisés par des personnes ayant été formées pour les manipuler et pour analyser les données obtenues des mesures

1.3.7 Données générales sur le projet



Essayer de répondre aux questions ci-après :

- Quel est l'emplacement du projet ? - définissez les coordonnées par GPS
- Qui sera l'auteur du projet, c.à.d. quelle(s) organisation(s) le finance(nt) ?
- Identifiez une personne au village, pour communication à tout moment
- Identifiez une personne au sein de l'organisation à l'origine du projet, pour communication à tout moment
- Comment se présente la conception de l'infrastructure électrique du village ? Evaluez le réseau de distribution existant en indiquant la tension et les transformateurs/lignes de moyenne tension avec longueur et nombre de fils / lignes de basse tension longueur et nombre de fils
- Existe-t-il un bon accès vers le village/ville, marché et fournisseurs les plus près, etc. ? - il faut inscrire la distance en km et la durée du trajet
- Existe-t-il des moyens de transport ? - type de transport et coûts
- Est-ce que les routes sont accessibles tout au long de l'année ?
- Est-ce que des villages ou hameaux voisins sont déjà reliés au réseau de distribution ?
- Dessiner une carte approximative du village de son emplacement et son contexte

Paramètres démographiques et socio-économiques



- Combien de ménages vivent dans le village et ses alentours ?
- Combien de personnes vivent dans un ménage moyen ?
- Quel est le taux de croissance de la population dans cette localité ?
- Combien disposent déjà de l'électricité, et combien veulent être raccordés au système de la mini-centrale hydroélectrique ?
- Classifiez l'intérêt des gens et leur compréhension de la manière dont on devient "électrifié".
- Découvrez les différentes sources de revenu des gens - agriculture, commerce, main d'œuvre, rente, etc.
- Estimez le revenu mensuel moyen d'un ménage moyen ?
- Combien de personnes sont au chômage et ne dispose d'aucune source de revenu ni de soutien d'autrui ?
- Est-ce que les villageois sont prêts à payer en contrepartie de l'utilisation de l'électricité, et combien peuvent-ils payer chaque mois ?
- Existe-t-il des systèmes de soutien public pour les personnes à bas revenu ?
- Quels groupes ethniques vivent dans la localité ?

1.3.8 Synergie, propriété et gestion



Essayez de prendre les points ci-après en considération :

- Prenez note de tout éventuel projet de développement (infrastructure) récent, en cours et future
- Voyez s'il y a d'autres programmes impliquant le village, comme des ONG, agences gouvernementales ou agences d'assistance
- Vérifiez le niveau de participation communautaire anticipée
- Assurez-vous qu'il y ait assez d'implication dans la définition des prix, la prise des décisions concernant la politique telles que la manière dont on abordera les manquements au paiement etc.
- Quelle est la disponibilité des habitants locaux en termes de capacités managériales/commerciales ainsi que pour les connaissances d'ouvrages civiles, électriques et mécaniques ?
- Pour l'entreprise d'électricité hydraulique, explorez et proposez différents modèles de propriété (ex : communautaire, privée, dirigée par une entreprise)

1.3.9 Offre et demande en énergie

- Existe-t-il un réseau de distribution d'électricité pour connexion près du village ? Si oui, quelle est l'option la moins coûteuse (raccordement à l'électricité à partir du réseau existant, ou création d'une MCH isolée, ou vente de surplus d'énergie de la MCH vers le réseau ?
- Tarif forfait ou suivant compteur ?
- Installations communes ou séparées ?
- Quelle est la demande domestique de chaque ménage ? - éclairage, radio, TV, ventilateur, frigo, etc. - posez la question à tous les ménages.
- Vérifiez la demande pour les bâtiments publics : écoles, marché, dispensaire, bâtiments communautaires, éclairage des rues, lieux de culte, etc.
- Y a-t-il des applications productives existantes (ou envisagées) au village : moulin de tout genre, kiosque, manufacture, etc. ?
- Déterminez l'heure et la durée à laquelle la demande est requise, ainsi que l'heure et la durée de la pointe de l'usage
- Etablissez un résumé de toutes les demandes et calculez la demande quotidienne, annuelle et pointe pour le village
- Pour la conception, ajoutez 15% ou tout autre pourcentage sur le résumé de la demande pour des extensions futures.

Exemple : voir page suivante !

Identificaton du Site

Classe : Domestique		Appareils (puissance en watt par unité)					Total par maison	Total [W]
Qté	Description	Lumière	Ventilateur (plafond)	Radio	Frigo	Autres		
80	Ménages déjà raccordés	150	30	50	100	0	330	26.400
Futurs raccordements		Total domestique (en cours)						26.400
90	Village xy	150	30	50	100	0	330	29.700
40	Village yz	150	30	50	100	0	330	13.200
30	Village zy	150	30	50	100	0	330	9.900
100	Nouvelles maisons et appareils pour une période de 20 ans	150	30	50	100	200	530	53.000
Total domestique (futur)								132.200

Classe : Commerciale		Appareils (puissance en watt par unité)					Total (enceinte)	Total [W]
Qté	Description	Lumière	Ventilateur (plafond)	Radio K7	Frigo	Congélateur, clim., etc.		
5	Boutiques actuellement raccordés	150	30	150	100	2000	2430	12.150
2	Maison de retraite	500	150	0	100	0	750	1.500
1	Diocèse (maison de retraite, siège des Eglise)	600	180	100	200	2000	3080	3.080
3	Boucherie, pâtisserie, poissonnerie	150	30	0	0	3000	3180	9.540
2	Ateliers	100	30	0	0	3000	3130	6.260
1	Magasin	150	30	0	100	0	280	280
2	Banques commerciales	150	30	0	0	300	480	960
Futurs raccordements		Total commercial (actuel)						33.770
5	Magasins commerciaux	150	60	150	150	2500	3010	15.050
1	Maison de retraite	500	200	100	150	3000	3950	3.950
5	Ateliers	100	60	50	100	5000	5310	26.650
	Autres extensions commerciales							20.000
Total commercial (futur)								99.320

Classe : Gouvernement		Appareils (puissance en watt par unité)					Total (enceintes)	Total [W]
Qté	Description	Lumière	Ventilateur (plafond)	Frigo	Autres app.	Photoco-pieuses, ordinat.		
10	Bureaux administratifs (dont télécom.)	100	30	0	0	500	630	6.300
1	Hôpital	2500	500	1000	10000	4000	18.000	18.000
1	Ecole	2500	0	0	250	250	2500	2.500
Futurs raccordements		Total gouvernement (en cours)						26.800
Extensions globales								20.000
Total gouvernement (futur)								46.800

Classe : Autres		Appareils (puissance en watt par unité)					Total (enceintes)	Total [W]
Qté	Description	Lumière	Ventilateur (plafond)	Frigo	Autres app.	Audio/vidéo		
2	Eglises	400	0	0	0	200	600	1.200
10	Eclairage des rues	120	0	0	0	0	120	1.200
Futurs raccordements		Total autres (en cours)						2.400
2	Eglises	400	200	100	0	400	1100	2.200
10	Eclairage des rues	120	0	0	0	400	520	10.400
Total autres (futur)								15.000

Grand total (en cours)	89.370	Watts
Facteur coïncidence	0.45	
Pointe de demande en cours		
Grand total (future)	293.320	Watts
Facteur coïncidence	0.50	
Pointe de demande futur	40.217	Watts

1.3.10 Consultants



Quand chercher des consultants ?

Si des communautés entendent mettre en place un système électrique, le mieux serait de demander le soutien d'un consultant :

- Une installation hydroélectrique comprenant un système électrique est un sujet complexe et l'assistance d'un professionnel fiable est vitale. C'est seulement avec l'aide d'un professionnel qu'on peut éviter les erreurs de calcul, de conception, de construction et d'exploitation.
- S'il faut installer un système électrique, il faut faire très attention en choisissant la source d'énergie. On vérifiera en détail le potentiel hydrologique, éolien ou solaire. Le consultant professionnel recommandera le système énergétique le plus approprié.

NB :

DE TELS SYSTEMES NE DEVRAIENT PAS NUIRE A L'ENVIRONNEMENT !

CE FACTEUR DEVIENT DE PLUS EN PLUS IMPORTANT - DANS CERTAINS CAS, MEME UNE MCH QUI N'EST PAS CONCUE, CONSTRUITE ET EXPLOITEE COMME IL FAUT PEUT NUIRE A L'ENVIRONNEMENT !

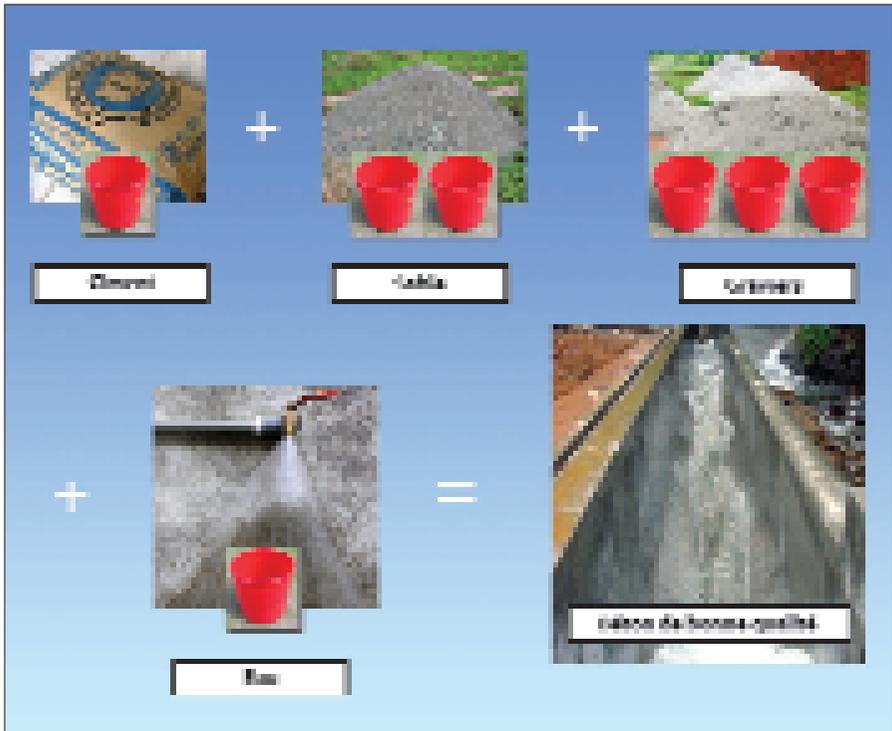


2. Ouvrages Civils

2.1 PRINCIPES DE BASE DE LA CONSTRUCTION

Ce chapitre fournira des conseils d'ordre général pour la construction et montrera un certain nombre de bons et de mauvais exemples pour illustrer ce qui fait la différence importante.





Comment fabriquer du béton

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- La qualité du béton dépend des proportions correctes de tous les ingrédients, c.à.d. ciment, sable, gravier et eau
- Une quantité insuffisante de ciment dans le mélange donnera un béton de petite robustesse
- Une quantité excessive d'eau donne aussi un béton de mauvaise qualité
- Il est important de mesurer et d'ajouter séparément des agrégats plus du sable pour obtenir un béton dense de bonne qualité
- N'utiliser que des agrégats propres

NB :

IL N'Y A PAS D'ALTERNATIVE A UNE BONNE QUALITE DU TRAVAIL !

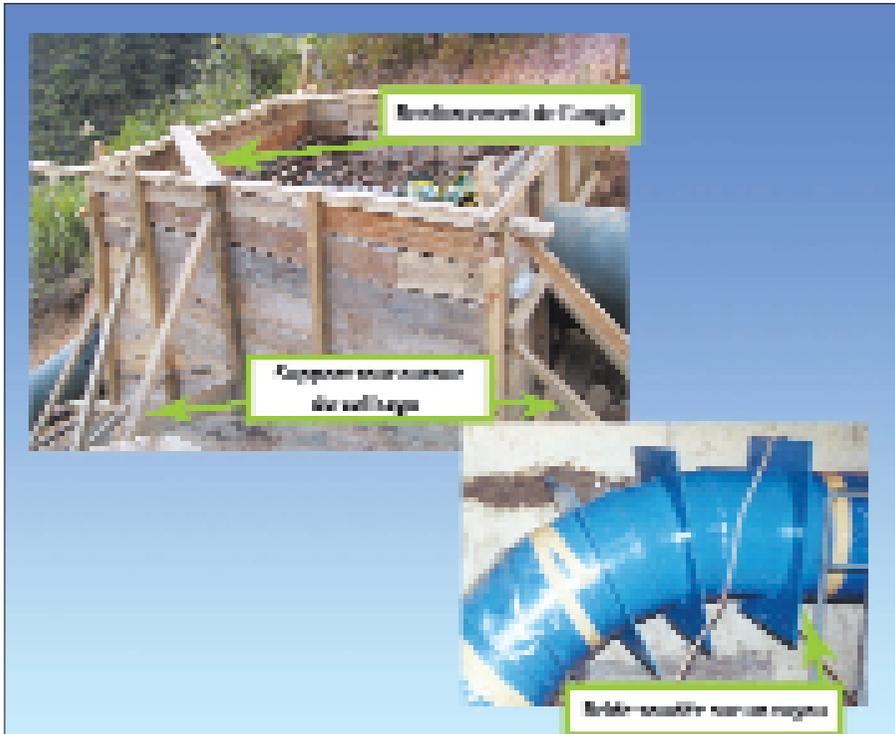


Construction d'un bloc d'ancrage

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- Une bonne préparation est vitale pour obtenir un bon béton
- Il ne faut pas déverser le béton vers le coffrage de n'importe quelle hauteur, mais le laisser couler doucement
- La hauteur maximale pour déverser du béton est de 5m, sinon les agrégats se dissocient
- Evitez les joints à froid pendant le coulage du béton - effectuez une section toute entière en une seule fois
- Assurez-vous que le béton remplit toute poche vide, utilisez un vibreur, remuez pendant le coulage, frappez le côté externe du coffrage, etc.

Bloc de point d'ancrage prêt pour le coulage du béton



Bloc d'ancrage prêt pour le coulage du béton

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

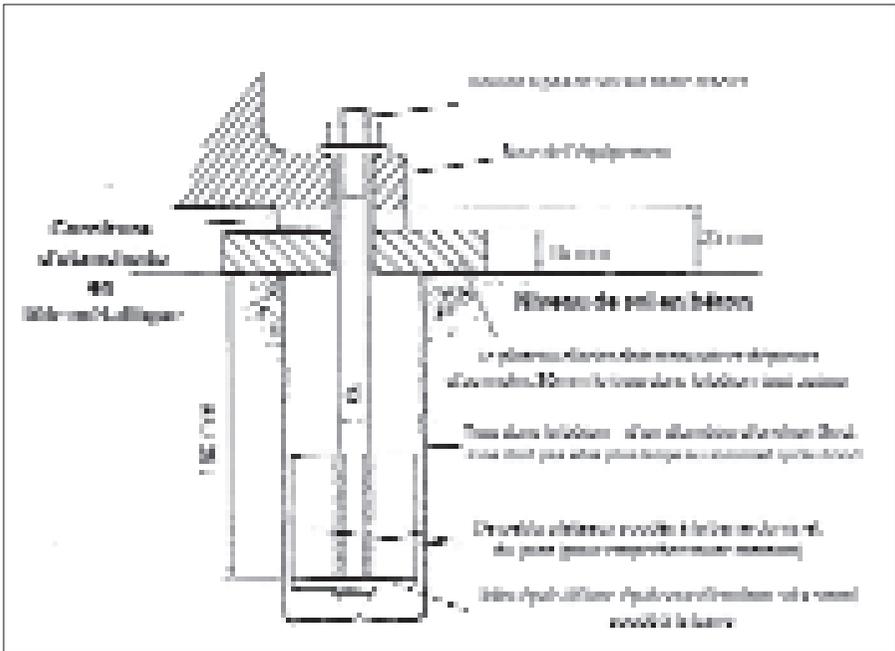
- Les planches du coffrage sont de bonne qualité
- Les supports sont attachés au coffrage et renforcés au sol pour éviter tout mouvement pendant le coulage du béton
- Les brides sont soudées au tuyau de la conduite forcée pour mieux l'ancrer
- Le renforcement est en place et prêt avant le coulage du béton
- Le coffrage doit être bien fixé car il est impossible de le tenir pendant le coulage du béton
- Avant le coulage, marquez clairement la hauteur nécessaire maximum du béton pour avoir assez de couverture de renforcement, au moins 3cm
- Vibrez bien le béton - cela lui donnera la densité et remplira toutes les éventuelles poches d'air pour avoir la force et la qualité requises pour remplir la fonction d'un bloc d'ancrage



Détails de construction de la fondation pour les équipements

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- Il faut faire très attention en construisant les fondations de la turbine et le groupe électrogène
- Une fondation stable évite tout mouvement de l'équipement, ce qui est absolument nécessaire pour éviter tout problème pendant l'exploitation de la station
- Le groupe électrogène dans l'image est attaché comme il faut et ajusté par des ridoirs pour le maintenir stable et horizontal pendant le coulage du béton
- Une base absolument horizontale est cruciale pour une transmission régulière
- Le câble de prise de terre est branché au renforcement de la base et sera aussi branché ultérieurement à l'équipement lui-même. Ceci est très important pour éviter des courts-circuits pendant l'exploitation
- Pour avoir un béton de bonne qualité, on doit vibrer le béton après le coulage



Ancrage de l'équipement au sol en béton sans construire une fondation

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- Si l'on ne construit aucune nouvelle fondation, on peut aussi fixer l'équipement au béton comme le montrent la figure ci-dessus et la description ci-après
- Cette méthode s'applique aussi quand une attache devient mobile et nécessite une réparation
- Perforez un trou vertical dans le sol en béton et assurez-vous que le diamètre au bord du trou ne dépasse pas celui du fond
- Pour le masticage, n'utilisez que du mortier de haute densité, non rétrécissant et à prise lente
- Versez d'abord le mortier puis insérez verticalement le boulon ; installez l'équipement par-dessus - pendant ce temps le mortier est encore mou et toutes les parties sont encore ajustables



Pour garantir la sûreté, il faut bien effectuer le branchement de la prise de terre

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- La prise de terre est un système de protection pour les gens et les machines
- Le câble de prise de terre doit être bien branché à la barre de prise de terre
- Utilisez UNIQUEMENT des fixations de prise de terre approuvées
- La longueur du poteau de prise de terre dépend de la conductivité du sol, mais doit être d'une longueur d'au moins 3m
- La prise de terre doit être installée autour du bâtiment de la centrale, au niveau de la fondation
- Branchez toutes les fondations en béton armé (bâtiment de la centrale et équipement d'électricité) et tout autre équipement électrique à l'anneau de la prise de terre
- Conducteur de tonnerre à brancher à l'anneau de la prise de terre 1m au-dessus du sol
- Ce branchement sera utilisé pour mesurer la résistance pour déterminer si la prise de terre marche encore comme il faut

NB :

LA PRISE DE TERRE PROTEGE LES GENS ET LES MACHINES !

PAS DE PRISE DE TERRE DANGER FATAL !



Faire affaire avec l'eau de surface, ici : débit incontrôlé

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- Un drainage adéquat pour toutes les structures est nécessaire pour assurer une longue espérance de vie
- Les eaux peuvent emporter facilement la base des structures, c.à.d. la fondation du bâtiment de la centrale, les supports de la conduite forcée, etc., sauf s'il y a une fondation stable en béton
- L'eau de surface en mouvement emportera le sol et causera une érosion au-dessous des structures et des fondations - faites attention aux eaux de surface - d'où elle vient et où elle se dirige
- La décharge d'eau est un sujet important pour la construction - il ne faut pas la négliger

NB :

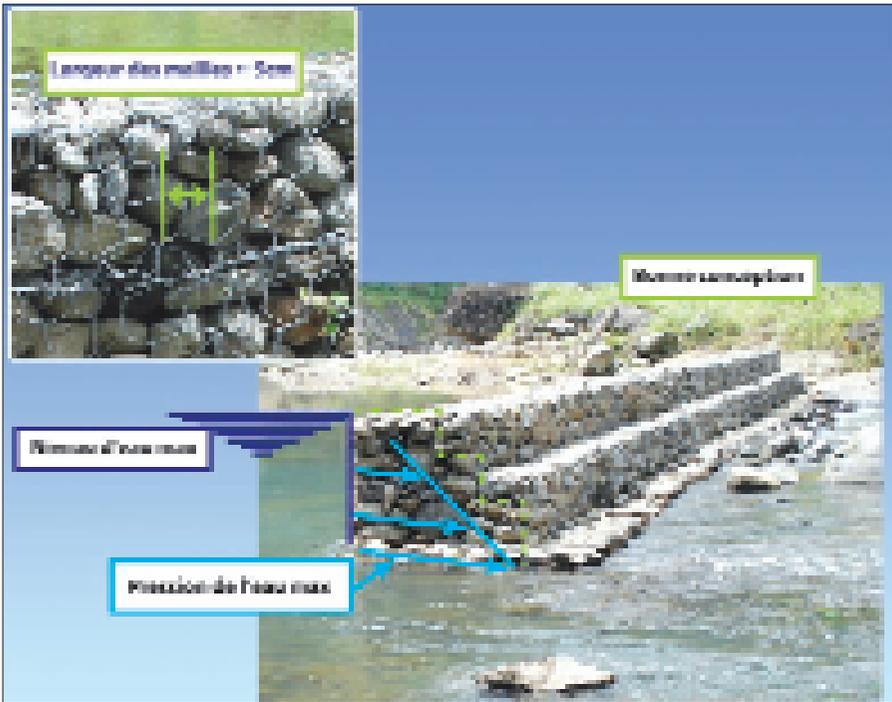
L'EAU PEUT ETRE UN DANGER POUR LES STRUCTURES !



Grande structure sans conception statique

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

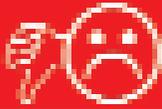
- Pour toutes les structures, surtout les grandes, il est crucial de disposer d'une conception statique/structurale avant le début des travaux de construction
- Choisissez les matériels en fonction de la conception et de la robustesse requises
- Faites très attention en effectuant les travaux et suivez les conseils de l'ingénieur
- Des constructions de mur fébriles et instables peuvent représenter un danger pour les gens si jamais elles s'écroulent
- L'inondation qui survient après qu'un mur de soutènement s'affaisse est très dangereuse pour ceux qui habitent en aval



Gabion utilisé pour construction de barrage

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- La dimension de la rangée la moins élevée de gabions doit dépasser la pression de l'eau max., c.à.d. si l'eau a une profondeur de 1m, le gabion le moins élevé devrait être de 1,2m
- Toutes les marches du barrage en gabion doivent être au-dessus de la ligne de pression de l'eau
- Pour parvenir à une meilleure stabilité de la construction, creusez un trou au fonds de la rivière pour installer le gabion le mois élevé
- Attachez les bords du gabion au rivage de la rivière ou aux parois
- Comme alternative à un alignement droit, établissez les gabions suivant une courbe en amont
- Pour une meilleure friction, la longueur du gabion de haut devrait être de 2/3 de la longueur du gabion en bas
- S'assurez que la taille maximale de la maille de fer est de 5cm, absolument moins grand que les plus petits cailloux dans les gabions
- Reliez les gabions entre eux
- N'utilisez que des matériaux de câblage anti-rouille, comme les galvanisés ou revêtus d'époxy



Le canal d'amené est trop près d'une pente raide

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- Les parois d'un canal doivent être en mesure de résister à la pression de l'eau
- La pression de l'eau est au niveau maximal au fond du canal
- Construisez le canal comme une boîte rigide et/ou creuser plus profond dans le canal en laissant assez de matériel non perturbé dans le côté inférieur de la pente
- S'il n'y a pas d'autres alignements possibles, utiliser du matériau qui peut résister à la pression de l'eau, utilisez du béton sur une bonne fondation de la base
- La zone autour du canal devrait être bien drainée pour alléger toute pression de l'eau et empêcher tout glissement de la pente



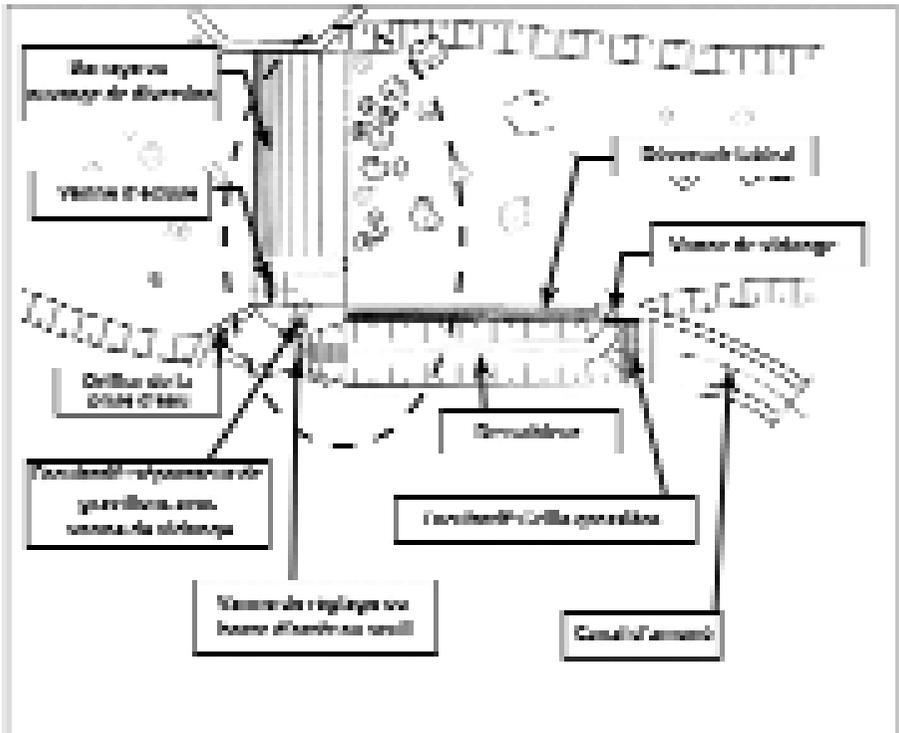
Lit de canal cassé suite à une érosion et un glissement

Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- D'habitude, un canal est composé de deux parois et d'un lit
- Si un canal ne dispose pas de mur de soutènement en amont de la pente, l'eau va suinter sous le canal et endommagera le lit par érosion
- Il faudra alors dépenser l'économie faite en s'abstenant de construire le mur de soutènement en amont de la pente pour réparer le canal - ce qui reviendra plus cher car il faudra aussi réparer le lit du canal
- C'est un bon investissement de construire un mur de soutènement en amont de la pente sauf s'il y a un rocher stable là où on n'a besoin que d'une petite couche
- Les murs de soutènement en amont de la pente aident aussi à empêcher que des articles déplacés par l'érosion ne tombent dans le canal
- S'assurez que la pente autour du canal est bien drainée pour empêcher un glissement, placer les tuyaux de drainage au-dessous du canal

2.2 COMPOSANTES INDIVIDUELLES

2.2.1 Barrage et prise d'eau



Principaux éléments d'un barrage et de la prise d'eau

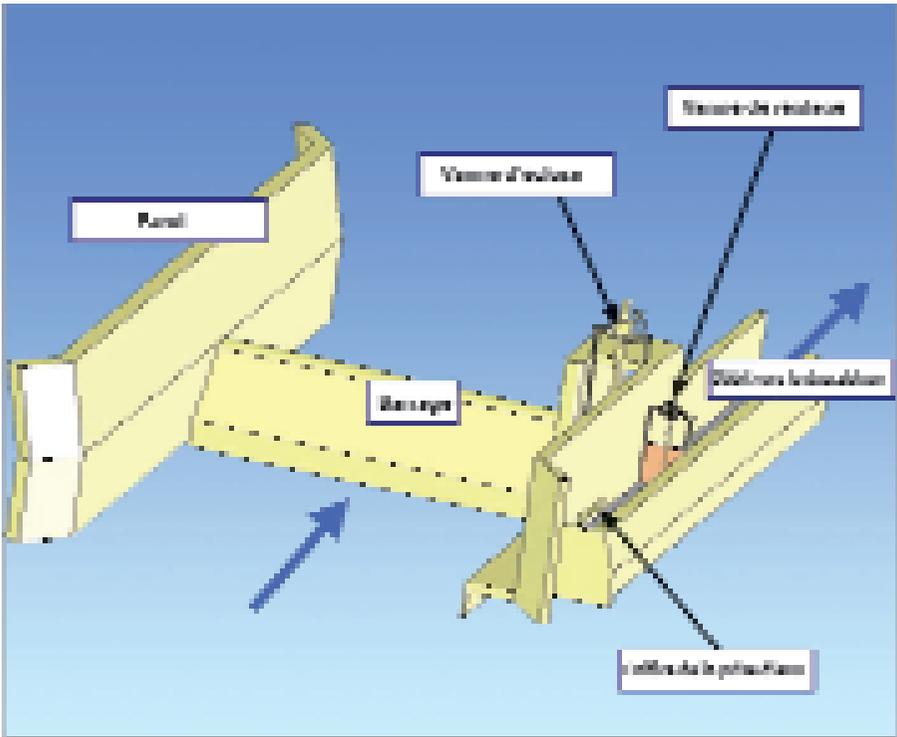
Principales fonctions et principes de conception du barrage et de la prise d'eau

La prise d'eau doit divertir le débit requis du ruisseau vers le canal d'aménagé à tout moment et à tous les niveaux d'eau dans la rivière

Si possible, la prise d'eau devrait être sise en dehors de la courbe d'une rivière pour minimiser la présence de sédiments dans le canal d'aménagé

Il faut faire des prévisions pour exclure les débris flottants de grande taille (barre de bois flottante ou submersion de l'orifice de la prise d'eau) et les gravillons bruts (seuil de fond) du débit dévié vers le canal d'aménagé

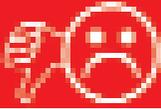
La vanne d'écluse doit être installée près de l'orifice de la prise d'eau pour permettre de dégager tout dépôt de sédiments devant l'orifice de la prise d'eau



Esquisse 3D du barrage et de la prise d'eau

Principaux éléments d'une prise d'eau :

Ce dessin montre une combinaison de barrage et de prise d'eau avec une vanne d'écluse qu'on peut utiliser pour enlever tout dépôt de sable et de graviers de la prise d'eau. La principale fonction de la prise d'eau est de permettre à un certain volume d'eau d'accéder au dessableur et au canal d'amené et de tenir les sédiments flottants et débris loin du système de canal d'amené. Tout excédent d'eau doit être reversé vers la rivière.



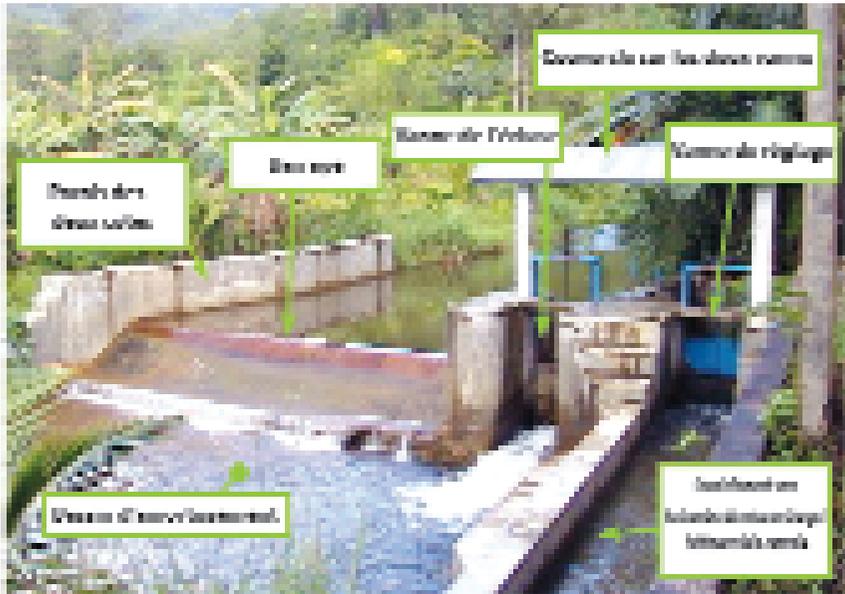
La plupart des éléments d'un barrage et de la prise d'eau n'existent pas

Comment je peux l'améliorer ?

- Construisez un barrage muni d'un déversoir, vanne d'écluse et vanne de réglage vers le canal d'aménagé ou une ouverture à dimension adéquate avec barres d'arrêt comme coulisses
- Le canal d'aménagé devrait être fait en béton, maçonnerie ou similaire
- Les parois en amont et en aval du barrage sont cruciales

Pourquoi ?

- Il faut nettoyer régulièrement le lit de la rivière en amont du barrage pour empêcher aux sédiments d'arriver au canal d'aménagé
- Une fente ou vanne de réglage surélevé(e) est nécessaire pour contrôler le débit vers le canal d'aménagé et empêcher les sédiments d'y entrer
- En l'absence de vanne de réglage, on peut utiliser des barres d'arrêt pour l'O&M
- S'il n'y a pas de déversoir, la structure du barrage peut souffrir de l'érosion et être endommagée en cas d'inondation
- Sans parois, les bords de la rivière vont souffrir de l'érosion



Principaux éléments d'un barrage et de la prise d'eau

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Tous les éléments nécessaires pour le bon fonctionnement de la prise d'eau sont inclus dans la structure
- Les principaux éléments sont bien rangés
- La construction est de bonne qualité
- La structure est bien entretenue
- Les vannes et l'accès aux vannes sont couverts par un toit



Exemples de matériaux à éviter pour les barrages



Les barrages en béton peuvent tenir longtemps

Pourquoi ce sont de bons exemples ?

- Le béton / la maçonnerie en béton constitue le matériel préféré pour la construction de barrages
- Le béton de masse résistera les énormes masses hydrauliques en temps d'inondations
- Le béton est un matériau solide et durable qui résiste aussi aux substances chimiques
- On peut utiliser le béton pour n'importe quel type de barrage



Une construction instable

Comment puis-je l'améliorer ?

- Construisez des colonnes en béton aux deux côtés
- Supportez solidement le cadre (armature) de la vanne

Pourquoi ?

- La vanne s'ouvre en couissant dans le cadre
- Si le cadre se courbe ou s'abîme, la vanne ne pourra plus fonctionner, on ne pourrait plus contrôler le débit
- Le cadre pourrait aussi se courber ou s'abîmer par une inondation dans la rivière ou tout autre incident comme les débris flottants



Les colonnes sont de bons supports pour la vanne

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le cadre du portail devrait être construit comme un mur solide ou des colonnes solides
- Il faut garder le cadre en acier bien droit à tout moment pour que le portail puisse s'ouvrir en coulissant dans les rails
- On doit pouvoir déplacer le portail pour contrôler le débit vers le dessableur puis vers le canal d'aménagé et la chambre de mise en charge



Points pour l'exploitation et la maintenance

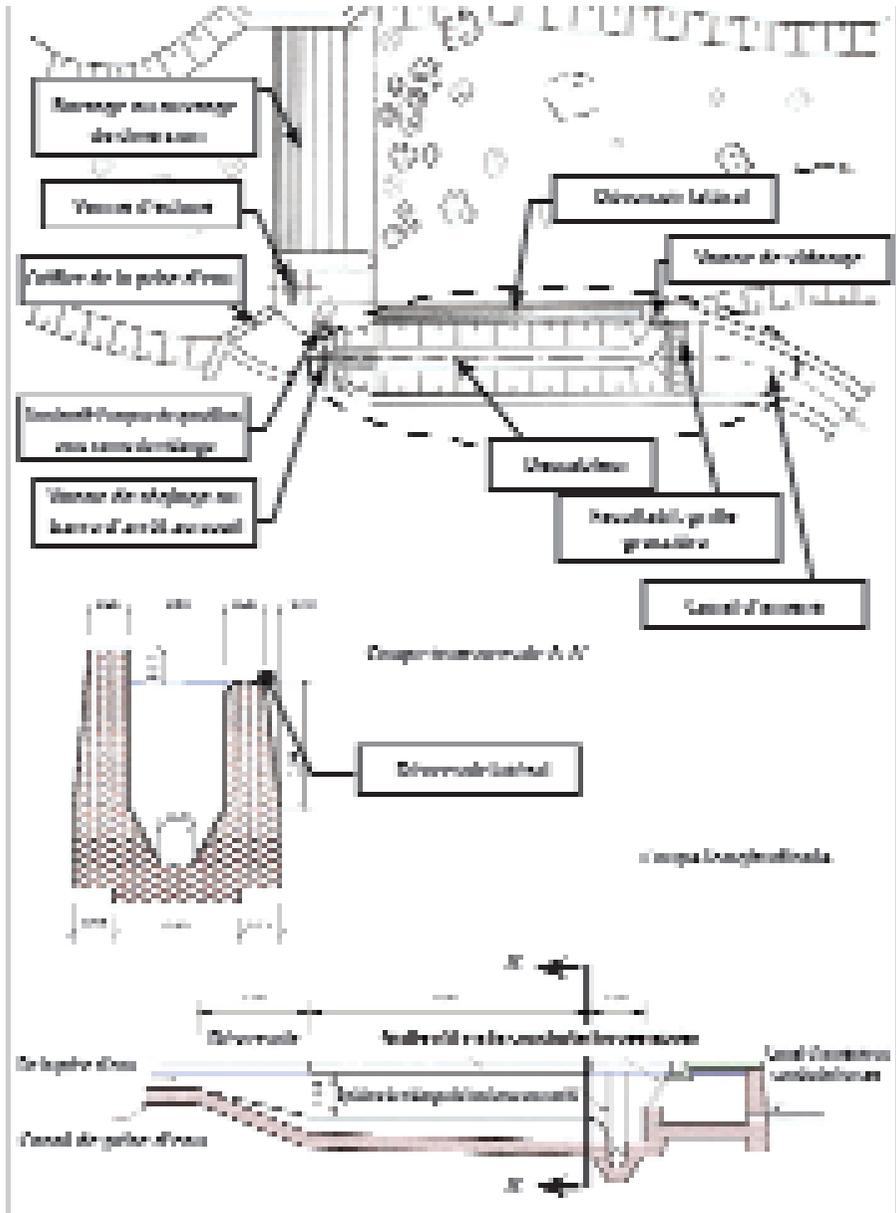
Que dois-je faire pour garder le système en bon fonctionnement ?

- 1 Tous les jours : Maintenir la propreté de l'orifice de la prise d'eau
- 2 Toutes les semaines : Vérifier les éventuels dépôts, couler à travers la vanne de réglage
- 3 Tous les mois : Couler à travers la vanne d'écluse pour nettoyer le bassin en amont
- 4 Au besoin : Mettre de la graisse sur les roues et filetages de la vanne
- 5 Pendant/après inondation : Vérifier l'érosion de la rive près des parois
- 6 Pendant/après inondation : Vérifier l'érosion et le dommage dans le bassin d'amortissement et sur les rives en aval

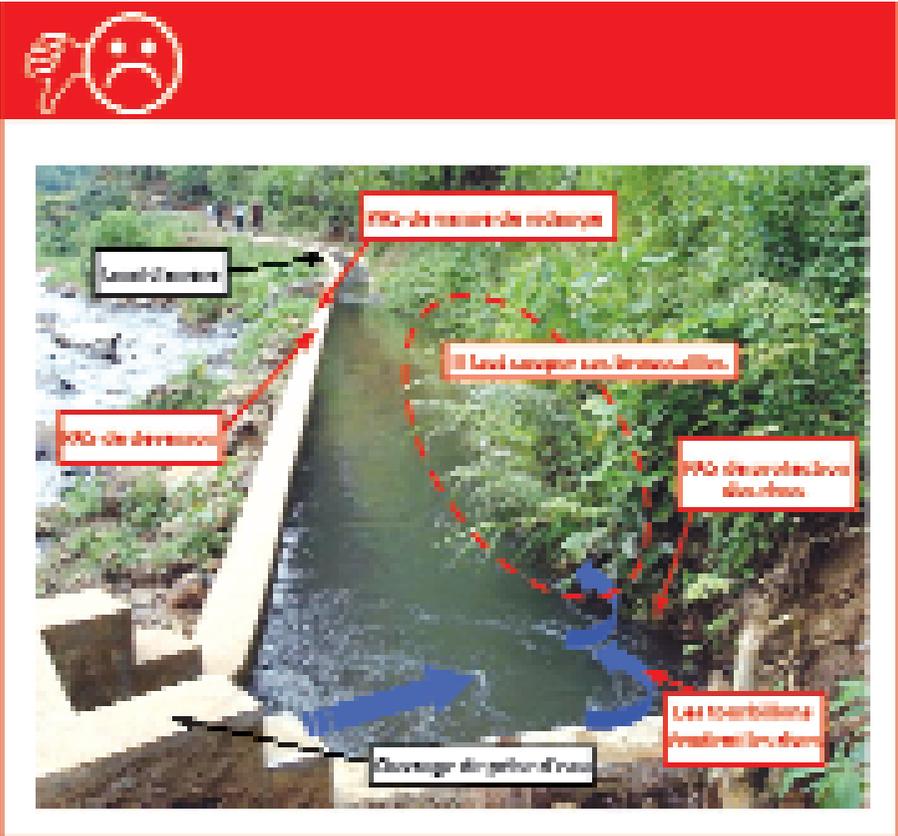
NB :

EN CAS DE PROBLEME, IL FAUT PROCEDER IMMEDIATEMENT AUX TRAVAUX DE REPARATION !

2.2.2 Dessableur - Bassin de décantation



Principaux détails de la construction d'un dessableur/ bassin de décantation



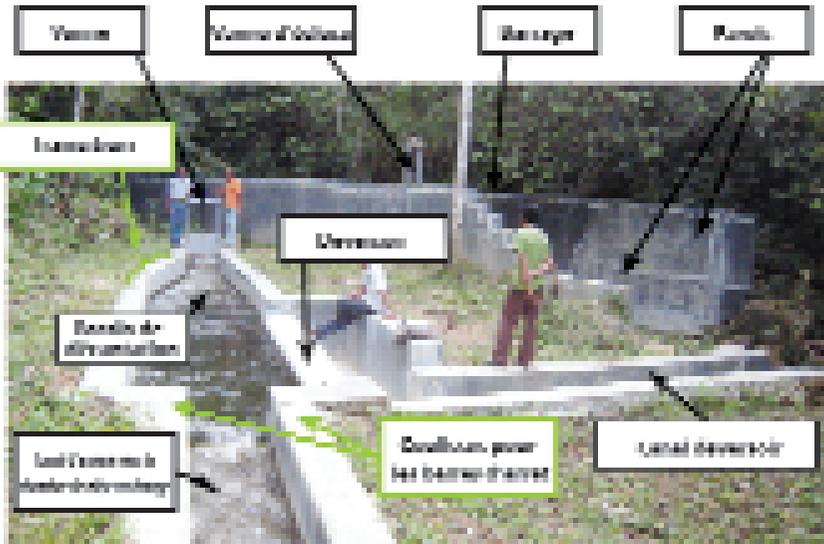
Cette prise d'eau compte plusieurs problèmes

Comment puis-je l'améliorer ?

- Construisez un mur en béton plus loin vers la rive du côté du mont
- Coupez toutes les broussailles et faire une maintenance régulièrement
- Le déversoir devrait être situé à l'extrémité du bassin de décantation, ET NON dans le canal d'aménagé

Pourquoi ?

- L'eau causera une érosion de la rive
- Le dépôt de sédiment ne sera pas efficace si le débit n'est pas linéaire
- Les sédiments issus de l'érosion de la rive envaseront le canal d'aménagé et l'on devrait les enlever à la main puisqu'il n'y a pas de vanne de vidange



Cette image montre tous les principaux éléments d'une prise d'eau bien conçue, avec bassin de décantation

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- La transition est importante pour calmer et ralentir la vélocité du débit
- Les sédiments se décantent plus facilement quand la vélocité est faible et que le débit est linéaire
- Le déversoir contrôle le volume maximum du débit vers le canal d'améné
- Les coulisses pour les barres d'arrêt permettent d'insérer des planches pour arrêter le débit pour le nettoyage et toute réparation dans le canal d'améné

Mais :

- Pour un bassin de décantation, la vélocité du débit est trop élevée et le sable peut ne pas se décantier
- Si le sable se décante, il n'y a pas de vanne de vidange et il faudra enlever le sable à la main



Domaines d'exploitation et d'entretien d'un bassin de décantation

Que dois-je faire pour maintenir le système en bon fonctionnement ?

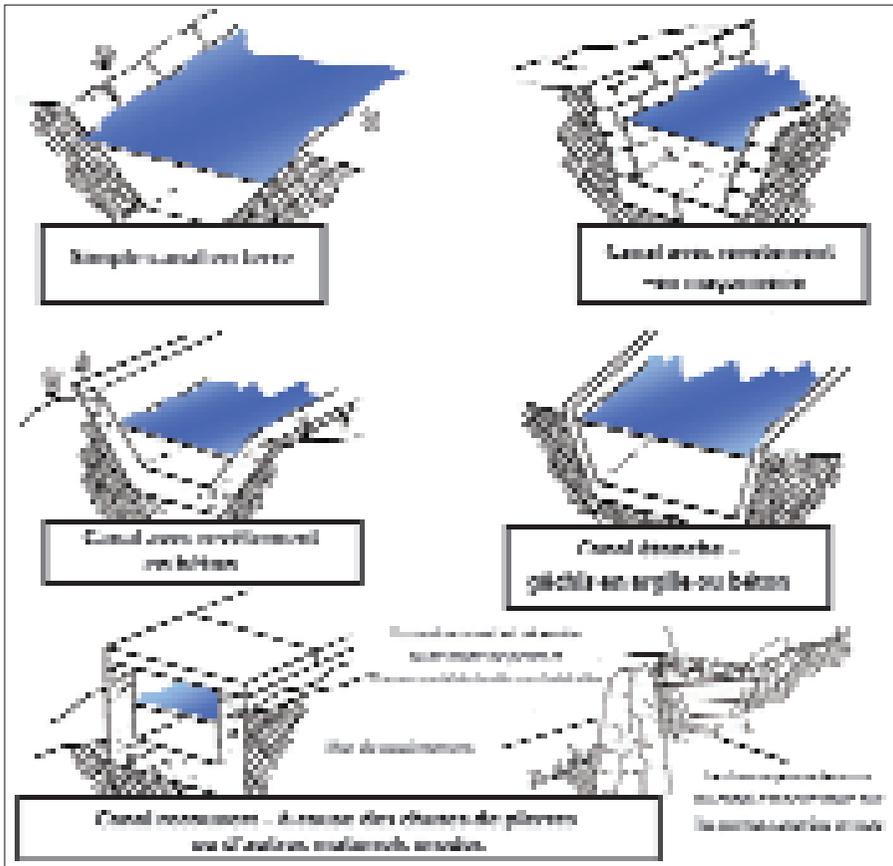
- 1 Enlevez à la main tout sédiment restant après avoir nettoyé le bassin de décantation
- 2 Enlevez toute végétation sur la surface en béton
- 3 Réparez toute partie endommagée sur le bassin de décantation
- 4 Vérifiez que les vannes et/ou barres d'arrêt sont prêts pour utilisation (non montré dans l'image)
- 5 Enlevez régulièrement les herbes, broussailles, débris et saletés

NB :

LES PARTICULES DE SEDIMENT PEUVENT ENDOMMAGER LA CONDUITE FORCEE ET LA TURBINE !

VERIFIER AU MOINS UNE FOIS PAR MOIS !

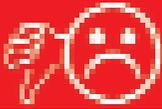
2.2.3 Canal d'aménagé



Exemples de canaux d'aménagé

Que dois-je prendre en compte concernant les canaux d'aménagé ?

- Evitez les canaux en terre autant que possible ? plus de maintenance et de risque d'érosion de matériel qui pourrait atteindre la turbine
- Faites des entailles aux pentes autour du canal pour qu'aucun matériel ou rocher érodé ne tombe dans le canal d'aménagé
- Les murs de soutènement devraient toujours être bien drainés avec des orifices de balayage pour éviter tout glissement de la pente
- On peut aussi remplacer les canaux recouverts avec des tuyaux enterrés ? coûts plus élevés
- Enlevez toujours toute végétation autour du canal ? découpez la végétation régulièrement



Tout matériel d'érosion tombe dans le canal d'améné

Evitez les rives en pentes raides et érosives le long du canal d'améné

Comment puis-je l'améliorer ?

- Ne construisez pas le canal d'améné près de pentes raides et érosives
- Taillez les pentes pour qu'aucun débris érodé n'atteigne le canal
- Vérifiez régulièrement le canal d'améné, et nettoyez-le si nécessaire
- Dans les sections où il est impossible d'empêcher les débris érodés, recouvrez les canaux, ex : avec des planches en bois
- Enlevez tout débris érodés et sédiments hors du canal

Pourquoi ?

- Rives en pentes raides sans végétation, plus de débris érodés dans le canal
- Le débris érodé peut envaser et éventuellement bloquer le canal
- Le débris érodé (sédiment) réduit en même temps le débit
- Le débris érodé peut endommager la turbine si on ne l'attrape pas dans le bassin de décantation



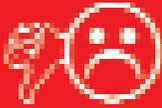
Le canal devrait être exempt de végétation et éloigné des pentes

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Il n'y a pas de végétation dans la zone longeant le canal d'aménagé ? moins de débris végétaux dans le canal
- Si les pentes raides sont éloignées (ou taillées) du rebord du canal, il y a moins de risque de voir des saletés et le sédiment verser dans le canal d'aménagé
- Un gazon entretenu comme il faut représente un bon choix pour une pente en terre, ce dernier stabilise les rives et réduit l'érosion
- L'inspection pour l'opération et la maintenance le long du canal sera facile

MAIS :

- Le fossé entre le canal et la pente doit être nettoyé de tout débris et gardé ouvert



Végétation comme à la jungle

Le canal d'aménagé ne doit avoir aucune végétation

Comment puis-je l'améliorer ?

- Vérifiez régulièrement le canal d'aménagé et découpez la végétation
- Enlevez régulièrement du canal les plantes, feuilles, débris etc.

Pourquoi ?

- Toute végétation dans le canal d'aménagé réduit la vitesse et capacité du débit, ce qui causera plus de sédimentation dans le canal et moins de débit vers le bâtiment des machines
- Trop de feuilles dans le canal d'aménagé peuvent obstruer la grille



Végétation bien coupée autour de la rive gauche

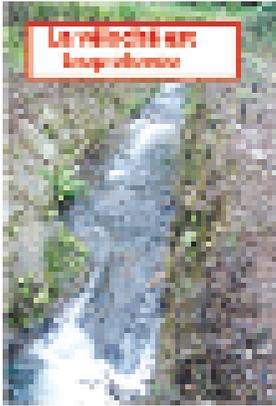
Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Il n'y a aucune végétation perturbante le long du canal d'améné
- Les herbes et broussailles sont coupées pour dégager le chemin et la rive gauche du canal

NB :

LA PENTE A DROITE EST TRES RAIDE ET DES DEBRIS ERODES PEUVENT TOMBER FACILEMENT DANS LE CANAL EN TERRE. LA MAINTENANCE EST TRES IMPORTANT DANS CETTE SECTION DU CANAL D'AMENE !

ESSAYEZ DE STABILISER LA PENTE RAIDE AVEC UNE VEGETATION ET/OU D'AUTRES MESURES DE BIO-INGENIERIE !



Le canal en terre peut s'éroder facilement quand la vitesse est trop élevée

Comment puis-je l'améliorer ?

- Si possible, revêtez le canal avec de la maçonnerie ou du béton
- Construisez des chutes dans le canal pour réduire la vitesse du débit
- Protégez les chutes avec un enrochement pour empêcher l'érosion du lit
- Protégez la courbe externe des canaux de terre avec des rochers (enrochement) pour réduire l'érosion
- Avant la construction, dessinez une coupe longitudinale pour déterminer la pente optimale sur la base du matériau proposé pour le canal

Pourquoi ?

- La pente du canal détermine la vitesse du débit
- La force de l'eau qui coule peut causer une érosion, en fonction du matériau du canal et de la pente
- Les canaux avec des pentes trop raides vont couler trop vite et s'éroder plus rapidement
- Les canaux trop plats seront bloqués par des sédiments
- Construisez les canaux avec les vitesses recommandées dans les canaux, les chutes non nécessaires réduisent la hauteur de chute disponible pour la MCH :
 - Canal en terre : $<0,4$ m/s
 - Rebords en maçonnerie : $<2,0$ m/s
 - Rebords en béton : $>3,0$ m/s
 - Vitesse minimale : $>0,2$ m/s pour éviter la sédimentation



Il n'y a pas de végétation autour du canal d'aménagé

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- La pente latérale est bien éloignée du canal
- Aucune végétation ne pousse dans le canal
- Par conséquent, on peut s'attendre à :
 - moins de débris dans le canal
 - une grille propre
 - une turbine qui marche bien
 - une production efficiente d'électricité
 - des consommateurs satisfaits



Canal d'aménagé dans une coupe transversale profonde et raide

Comment puis-je l'améliorer ?

- Si la coupe n'est pas stable, construisez des murs de soutènement pour empêcher des débris érodés de tomber dans le canal
- Couvrez le canal d'aménagé avec des dalles en béton préfabriquées ou des planches de bois
- Remplacez le canal d'aménagé recouvert avec un tuyau enterré

Pourquoi ?

- Les coupes profondes et raides sont toujours susceptibles à l'érosion des rives
- Une maintenance excessive des rives raides peut coûter très cher
- Les rives raides peuvent glisser et bloquer complètement le canal

NB :

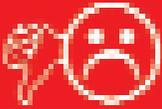
DES PARTICULES DE SEDIMENT PEUVENT ENDOMMAGER LA CONDUITE FORCÉE ET LA TURBINE !



Le mur de soutènement stabilise le rebord de la pente

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Un mur de soutènement réduit l'angle naturel du repos de la pente
- Moins de débris érodés tomberont dans le canal d'amené
- La maintenance du canal d'amené est plus facile ? moins de sédiment, que l'on doit toujours enlever cependant
- Il y a des chemins étroits le long du canal pour faciliter l'entretien



Ce n'est pas une bonne traversée d'un cours d'eau

Comment puis-je l'améliorer ?

- Remplacez les supports en bois avec des colonnes en béton
- Etablissez les supports sur une bonne fondation, surtout sous l'eau
- Ajoutez des blocs d'ancrage des deux côtés du ruisseau pour soutenir le tuyau

Pourquoi ?

- Les tuyaux traversants requièrent des supports stables, sinon ils pourraient chanceler et s'effondrer
- Les supports en bois peuvent pourrir assez rapidement, le tuyau coulera sous l'eau et se brisera
- Si un tuyau coule, les collets de joints perdront leur étanchéité



Tuyaux traversants bien construits

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- La connexion du canal d'aménagé ouvert vers la traversée du tuyau est une structure solide en béton
- Le déversoir en amont de l'adduction du tuyau constitue une bonne solution pour décharger l'excès d'eau d'inondation ; cela ne semble pas affecter la stabilité des contreforts
- La taille du tuyau traversant est assez grande pour amener le débit vers le canal d'aménagé, ainsi la coupe transversale du tuyau équivaut à la partie mouillée du canal
- L'adduction du tuyau devrait avoir une transition régulière et arrondie pour réduire les pertes de hauteur de chute et les effets de reflux d'eau
- Le déversoir est situé en amont du tuyau traversant, s'il y a trop d'effet de reflux d'eau, le déversement de l'eau sera sous contrôle



Que dois-je faire pour garder le système en bon fonctionnement ?

- 1 Enlevez tout sédiment et rochers du canal
- 2 Coupez les herbes et broussailles et enlevez tout débris - régulièrement
- 3 Vérifiez qu'il n'y a pas d'érosion des pentes
- Réparez les parties endommagées du canal d'aménagé
- Vérifiez la fonctionnalité des barres d'arrêt et des déversoirs - le cas échéant

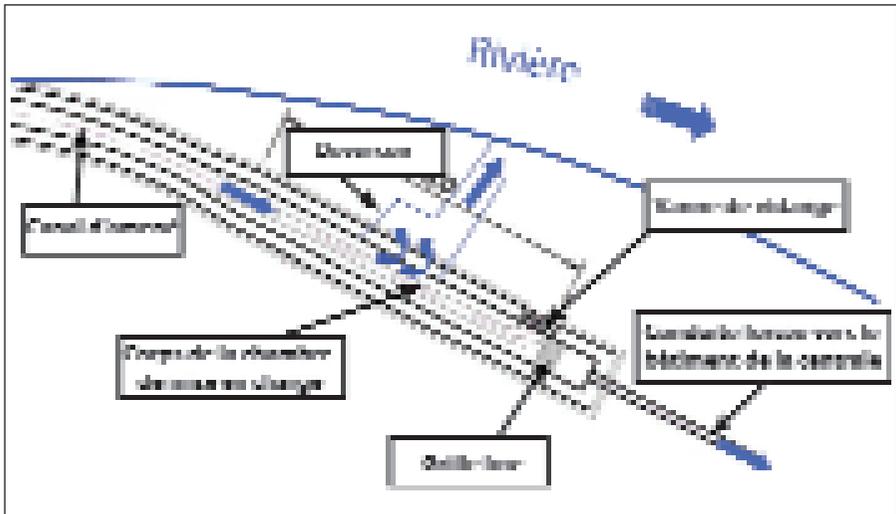
NB :

DES PARTICULES DE SEDIMENT PEUVENT ENDOMMAGER LA CONDUITE FORCEE ET LA TURBINE !

VERIFIEZ REGULIEREMENT SELON LE BESOIN !

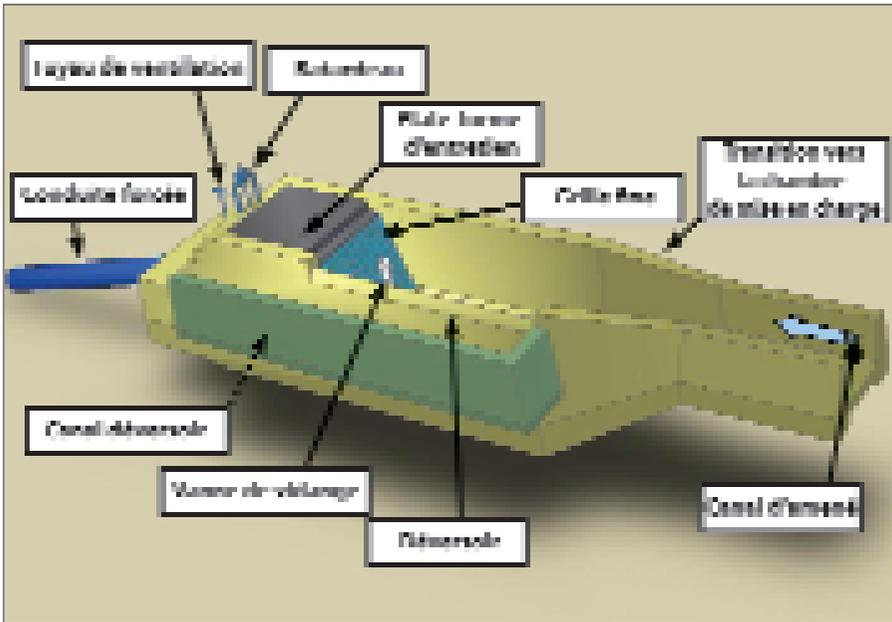


2.2.4 Chambre de mise en charge

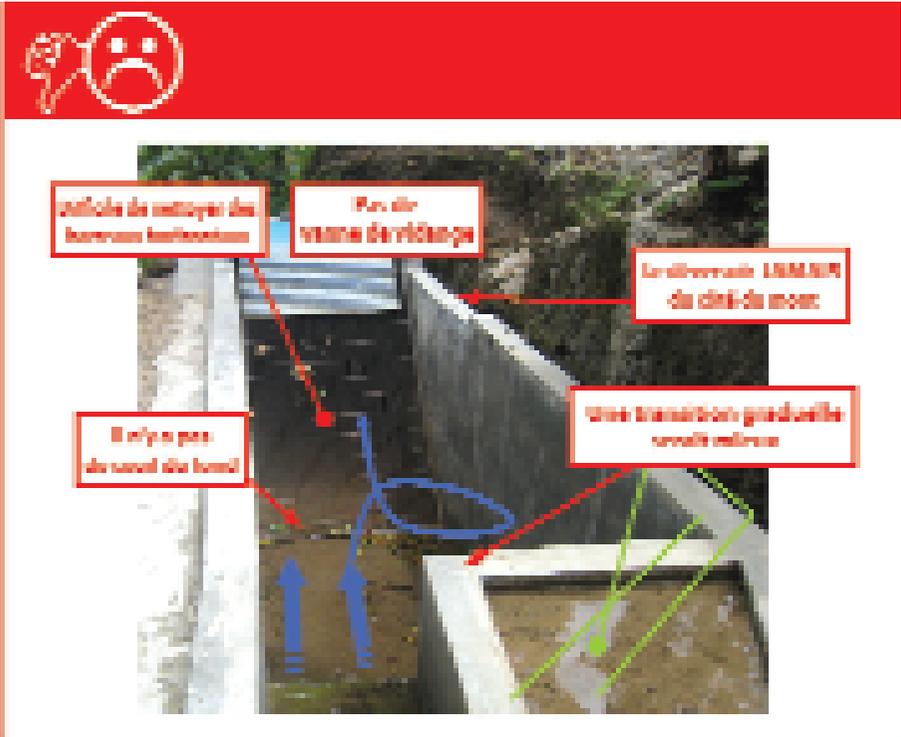


Principaux éléments et principes de fonctionnement d'une chambre de mise en charge :

- Une chambre de mise en charge fonctionne d'une manière similaire au bassin de décantation, le débit ralentit pour que les sédiments puissent se décanter
- La transition au début de la chambre de mise en charge ainsi que la largeur de cette dernière sont vitales pour ralentir la vélocité du débit
- Les sédiments ne peuvent se décanter que dans de l'eau coulant lentement
- La grille à la fin empêche aux débris de flotter vers la conduite forcée
- La chambre de mise en charge assure la submersion de l'adduction de la conduite forcée pour qu'il n'y ait pas d'air
- Le déversoir permet aux excédents de débit et aux débits de crue de rejoindre la rivière, surtout dans des conditions de fermeture rapide suite à un rejet de charge
- La vanne de vidange est essentielle pour nettoyer la chambre de mise en charge de tout sédiment si nécessaire



Ce dessin montre une chambre de mise en charge typique qui marque la transition entre le canal d'amené ouvert et la conduite forcée. Le niveau de l'eau dans la chambre de mise en charge détermine la hauteur de chute disponible pour produire l'énergie. Les grille fine dans la chambre de mise en charge et la chambre de mise en charge lui-même constituent le dernier point pour enlever tout ce qui pourrait endommager la turbine, comme les débris flottants ou le sédiment. Cela donne aussi une voie d'échappatoire contrôlée vers le déversoir pour l'excès d'eau en cas de rejet de charge ou quand trop d'eau entre dans la partie ouverte du canal d'amené.



Chambre de mise en charge sans sédimentation

Comment puis-je l'améliorer ?

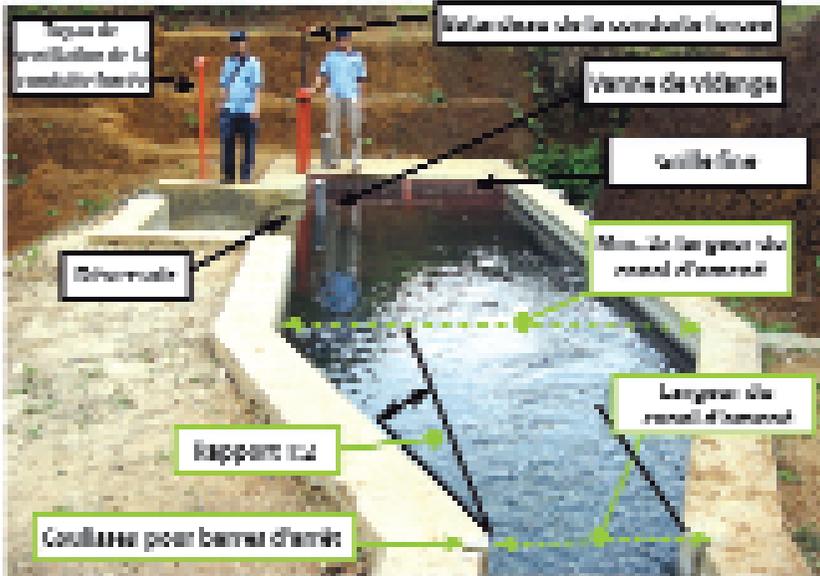
- Faites une transition graduelle avec un angle de 25° (rapport 1:2) ou moins
- Placez la grille fine en haut d'un seuil au fond de la chambre de mise en charge
- Installez une vanne de vidange au fond de la chambre de mise en charge et connectez-la avec le déversoir
- Assurez que l'espacement entre les barreaux de la grille est conforme aux instructions du constructeur de la turbine

Pourquoi ?

- Evitez les tourbillons et les zones mortes dans la chambre de mise en charge
- Le débit en approche de la grille doit être régulier (linéaire)
- Le mur (seuil) retiendra les sédiments décantés
- La vanne de vidange permet de vider et de nettoyer la chambre de mise en charge

NB :

TOUT SEDIMENT QUI ARRIVE À LA TURBINE PEUT ENDOMMAGER LA ROUE !



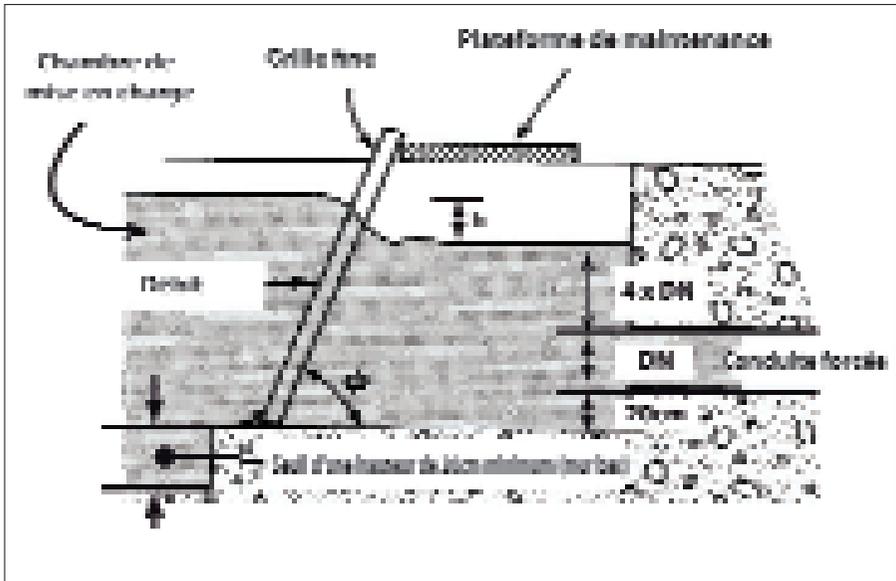
Chambre de mise en charge avec bassin de sédimentation

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Une chambre de mise en charge avec sédimentation doit être plus large et plus profond que le canal d'améné
- La largeur de la chambre de mise en charge devrait être 2 fois celle du canal d'améné
- La longueur de la transition devrait être environ 3 fois la largeur du canal d'améné, ou l'angle de la transition devrait être aux alentours de 25 ° (un rapport de 1:2)
- Les coulisses pour barres d'arrêt permettent d'insérer des planches pour bloquer le débit quand on nettoie ou répare la chambre de mise en charge

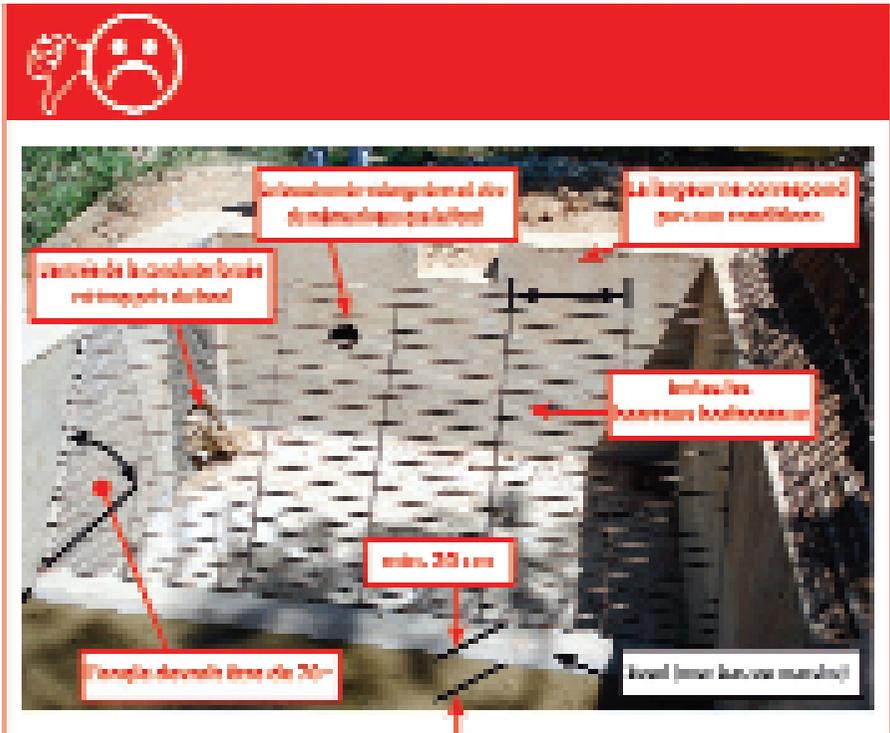


2.2.5 Grille fine



Principes de base pour la conception d'une grille fine :

- L'angle de la grille par rapport à l'horizontal sera de 60° à 80°
- La grille devrait être fixé aux parois ainsi qu'au mur du seuil, mais de sorte qu'il soit possible de l'enlever pour entretien
- Utiliser UNIQUEMENT des barreaux verticaux que l'on peut soutenir au dos avec des cares horizontales pour qu'on puisse nettoyer facilement la grille
- Les barreaux devraient être conçus de manière à pouvoir résister à la pression de l'eau sur une grille complètement obstruée, avec le niveau maximum d'eau en amont et pas d'eau en aval
- L'espacement entre les barreaux devrait être la moitié de l'espace entre la roue de roulement de la turbine ou les vannes distributrices conformément aux instructions du constructeur de la turbine. Voici quelques exemples :
 - Turbine à flux traversant (ex : T 15) : 12mm
 - Turbine Pelton : 0,5 fois le diamètre de l'injecteur
- La grille sera divisée en sections pour qu'on puisse l'enlever, réparer et transporter plus facilement
- Prévoir une plateforme de maintenance pour faciliter le nettoyage, notamment une plateforme sur laquelle on peut se tenir debout



Grille par-dessus un seuil (mur bas)

Comment puis-je l'améliorer ?

- Utilisez une grille ne comportant que des barreaux verticaux
- L'espace entre les barreaux devrait être la moitié de la taille d'une particule qui peut traverser la turbine sans faire aucun dégât
- Installez la grille à un angle d'environ 70 ° par rapport au fond
- Boulonnez la grille aux parois et au mur du fond - mais il doit être amovible
- Divisez les grilles grandes en plusieurs sections
- La hauteur du seuil (mur bas) est au minimum 20cm

Pourquoi ?

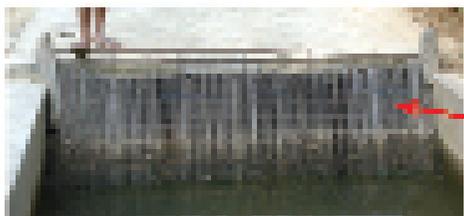
- Les barreaux verticaux facilitent le nettoyage des ordures
- Une grille disposée à un angle incliné ne se bouche pas aussi facilement par les débris
- Un endroit où l'on peut se tenir debout, une plateforme de maintenance, facilitera justement la maintenance



Les débris causent des pertes de hauteur de chute et/ou réduisent le flux vers la conduite forcée

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- La grille est montée à un angle d'environ 70 ° par rapport à l'horizontal
- La grille est fixée sur les murs - mais devrait toujours être amovible
- La grille comporte des barreaux verticaux qui facilitent son nettoyage
- Les espaces entre les barreaux semblent assez étroites pour écarter tout débris susceptibles d'endommager la turbine
- Il existe une grande plate-forme de maintenance ainsi qu'assez d'espace pour une maintenance facile
- On peut nettoyer les débris et les stocker provisoirement sur la plate-forme de maintenance



Un espacement trop étroit cause une projection de hauteur de chute à l'aval de la conduite. Les bruits sont par conséquent très élevés.



Les vagues peuvent être violentes, et la grille risque parfois à son angle d'être déformée.



Il ne faut pas forcément élargir l'espacement de la grille.



Il faut toujours la grille au-dessous – au lieu de simplement la prolonger.

Quelques mauvais exemples - à éviter !



Il a grillée avec l'écoulement
naturel, l'écoulement de l'eau.

Plan de l'écoulement
de maintenance



Il a grillée avec l'écoulement
naturel, l'écoulement de l'eau.
Il a grillée avec l'écoulement
naturel, l'écoulement de l'eau.

Quelques bons exemples - à copier !



Que dois-je faire pour garder le système en bon fonctionnement ?

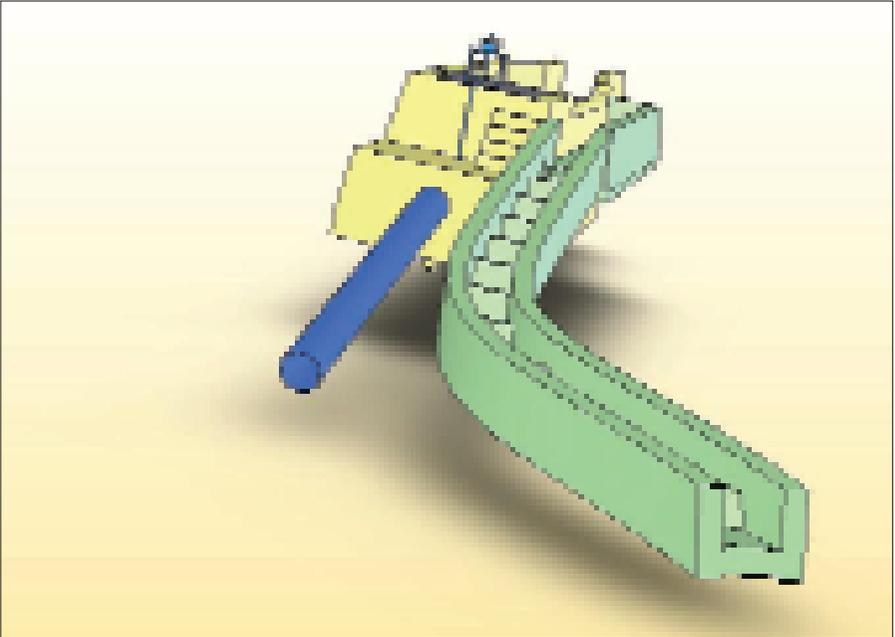
- 1 Enlevez tous les déchets et ordures - un râteau représente l'outil idéal pour cela
- 2 Un chenal au sommet de la grille facilite l'enlèvement des déchets, stockez les déchets organiques sur un site de compost

NB :

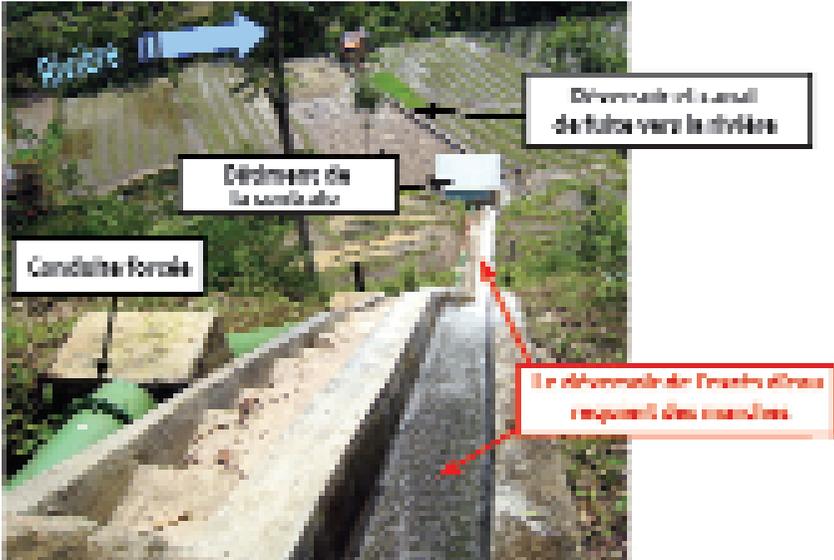
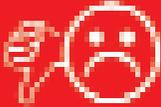
LES DEBRIS PEUVENT ENDOMMAGER LA TURBINE !

VERIFIEZ AU MOINS DEUX FOIS PAR JOUR, VOIRE PLUS SOUVENT EN TEMPS DE PLUIE OU D'INONDATIONS !

2.2.6 Déversoir



Ce dessin montre un exemple d'une chambre de mise en charge et un déversoir à marches qui permet à l'excédent d'eau de rejoindre la rivière sans endommager la conduite forcée ou ses supports. Les marches dans le déversoir réduisent la vitesse de l'eau et cause une dissipation de l'énergie. Ceci est très important pour prévenir tout dommage causé par le déversement sur le bâtiment de la centrale et les autres structures.



L'eau apporte une haute énergie en coulant le long d'une pente raide

Comment puis-je l'améliorer ?

- Construisez des obstacles dans le déversoir pour réduire la vitesse et dissiper l'énergie de l'eau
- Ce serait encore mieux de construire des marches dans le déversoir, que l'on appellera désormais déversoir à marches

Pourquoi ?

- La force dynamique de l'eau est très élevée quand elle coule le long d'une pente raide ; cela peut endommager, voire détruire des structures en béton



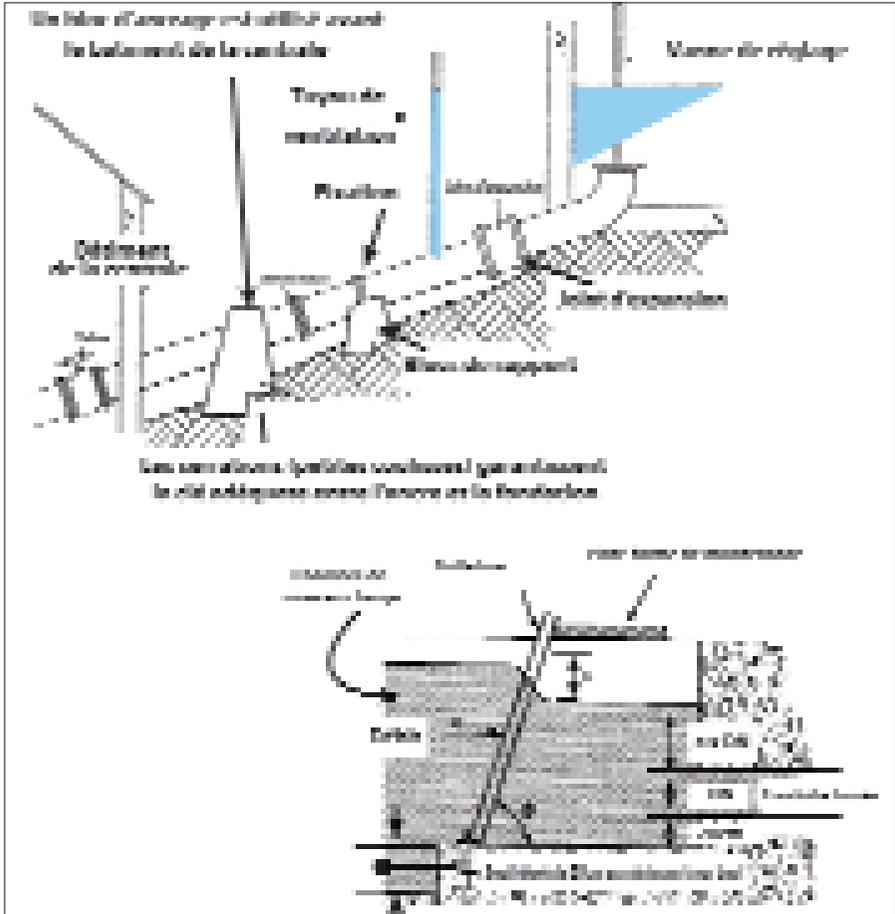
La dissipation de l'énergie survient à chaque marche

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Un déversoir à marches réduit la vélocité et dissipe l'énergie (néfaste dans ce cas) de l'eau - au niveau de chaque étape

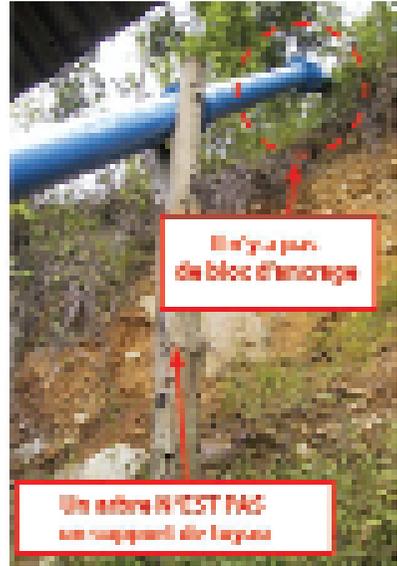


2.2.7 Conduite forcée et support



Principes majeurs pour une conduite forcée stable :

- Installez le bloc d'ancrage chaque fois que la conduite forcée change de direction - horizontalement et verticalement
- Supportez chaque section du tuyau avec des blocs de support
- Fixez le tuyau aux supports avec des fixations en acier
- Assurez-vous que tous les blocs disposent d'une fondation solide et stable, qui dépend du matériau du sol et de la pente
- Il doit avoir un bloc d'ancrage avant l'entrée du tuyau dans le bâtiment de la centrale pour absorber la force dynamique de l'eau dans le tuyau
- L'entrée de la conduite forcée doit être à 20cm au-dessus du fond, et la profondeur de l'eau au-dessus de l'entrée devrait être 4 fois le diamètre du tuyau de la conduite forcée



La conduite forcée doit avoir des supports solides à des intervalles réguliers

Comment puis-je l'améliorer ?

- Utilisez des supports en béton (ou en acier), installés sur une fondation solide
- Il doit y avoir un bloc d'ancrage à chaque coude horizontal et vertical dans le tuyau de la conduite forcée
- Le tuyau doit être fixé aux supports avec des fixations en acier

Pourquoi ?

- Les arbres et les morceaux de bois pourrissent et perdent leur force
- Les blocs d'ancrage résistent aux forces hydrauliques au niveau des coudes du tuyau
- Des supports faibles ou instables peuvent causer un mouvement de la conduite forcée, ce qui pourrait ensuite générer un stress inapproprié sur le tuyau ? risque de défaillance majeure
- Une fêlure dans une conduite forcée à (haute) pression engendrerait de graves dommages par l'eau

NB :

IL FAUT RECOUVRIR LES CONDUITES FORCÉES EN PVC POUR ÉVITER QUE LE PVC NE COMPORTE DES FISSURES ET FINISSE PAR SE BRISER !



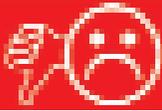
Les sections du tuyau de la conduite forcée sont bien supportées

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Chaque section du tuyau est bien supportée
- Le tuyau est apposé sur des supports en béton avec des fixations en acier
- Le béton représente le meilleur matériau pour les supports du tuyau
- Le tuyau est à environ 0,3m au-dessus du sol
- Drainage approprié de la tranchée ? important pour la stabilité des supports à long terme

NB :

LES CONDUITES FORCÉES EN ACIER NECESSITENT DES JOINTS D'EXTENSION ENTRE LES BLOCS D'ANCRAGE ET POUR LES SECTIONS D'UNE LONGUEUR DEPASSANT 30m ? INSTALLEZ DES JOINTS D'EXTENSION EN AVAL DES BLOCS D'ANCRAGE !



Un joint d'extension doit être installé sur la conduite forcée après chaque bloc d'ancrage

Comment puis-je l'améliorer ?

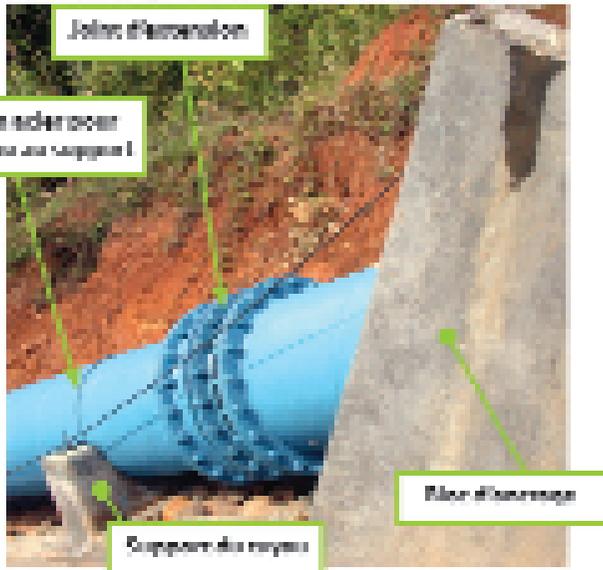
- Construisez un nouveau bloc d'ancrage avec une fondation solide
- Après chaque bloc d'ancrage, il doit y avoir un joint d'extension sur le tuyau

Pourquoi ?

- S'il n'y a pas de joint d'extension, le tuyau ne peut pas absorber les mouvements longitudinaux du tuyau à cause des forces hydrauliques et des changements de température
- Une cassure dans une conduite forcée à (haute) pression pourrait engendrer de graves dommages par l'eau et décimer les supports, voir endommager le bâtiment de la centrale

NB :

RISQUE DE DEFAILLANCE !



Un bloc d'ancrage avec un joint d'extension adjacent

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le bloc d'ancrage absorbe le poids et les forces hydrauliques de la section du tuyau au-dessus du bloc d'ancrage
- Les joints d'extension permettent les mouvements longitudinaux de la section du tuyau en aval du bloc d'ancrage
- Le tuyau peut s'étendre ou se contracter suite aux changements de température et aux forces hydrauliques



Plusieurs exemples de conduites forcées installées de manière inappropriée

Comment puis-je l'améliorer ?

- Effectuez périodiquement l'inspection et la maintenance et résolvez les problèmes
- Ajoutez des fixations en acier pour apposer le tuyau aux supports
- Remplacez les sections du tuyau qui présentent des fuites ou des fissures
- Utilisez des raccords à collets pour les connexions du tuyau
- Remplacez les joints (d'extension) défectueux

Pourquoi ?

- Les tuyaux et joints présentant des fuites ou défectueux peuvent causer une rupture de tuyau et de graves dommages par l'eau ? il n'y aurait AUCUN énergie électrique produit
- De l'eau dans le bâtiment de la centrale ou autour du transformateur peut causer des chocs électriques
- Un tuyau supporté et fixé de manière inappropriée pourrait faire défaut, causer une perte de puissance et nécessiter des réparations onéreuses



Une conduite forcée bien construite et fixée comme il faut

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Il y a 2 supports pour chaque section du tuyau à cause de l'importance de son poids
- Les fixations en acier accrochent le tuyau aux supports en béton
- Il y a une distance de sécurité d'environ 30cm du sol
- Il n'y a aucun signe de mouvement, déformation ni fissure
- Le tuyau est bien peint comme protection contre la corrosion
- La conduite forcée est libre de toute herbe, végétation ou saleté



Il a beau être possible de faire sur une fondation solide



Conduite forcée en PVC blanc en support

Le support se pose sur un intermédiaire bois



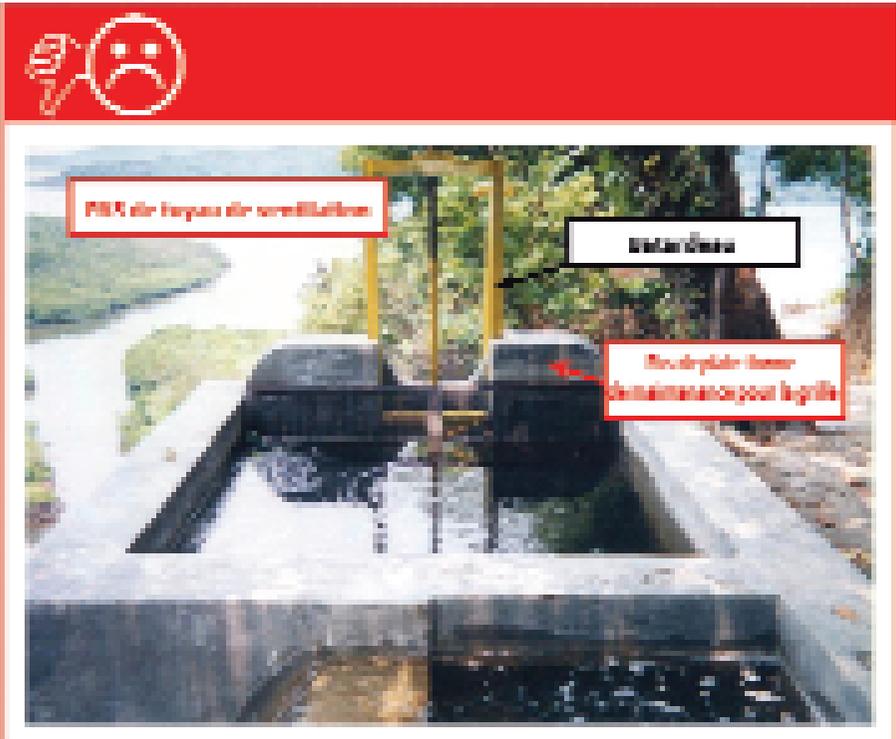
Peu importe les matériaux

PAS de base pour le support

Quelques mauvais exemples de supports de conduite forcée -à éviter !



Quelques bons exemples de supports de conduite forcée



Le batardeau de la conduite forcée sans le tuyau de ventilation requis

Comment puis-je l'améliorer ?

- Installez un tuyau de ventilation dans la conduite forcée, en aval du batardeau

Pourquoi ?

- Le tuyau de ventilation permet à l'air d'entrer dans la conduite forcée quand on la vide rapidement. Sans tuyau de ventilation, la conduite forcée pourrait être endommagée facilement par un effondrement à vide du tuyau
- Si la conduite forcée est équipée de batardeau, il doit y avoir un tuyau de ventilation

NB :

LA CONDUITE FORCEE EQUIPE DE BATARDEAU NECESSITE UN TUYAU DE VENTILATION !



Batardeau de la conduite forcée et tuyau de ventilation

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Les tuyaux munis de portail d'adduction doivent avoir une cheminée d'équilibre
- Le diamètre de la cheminée d'équilibre dépend de celui de la Conduite forcée

NB :

LE TUYAU DE VENTILATION EMPECHE UN EFFONDREMENT A VIDE DE LA CONDUITE FORCEE QUAND ON LA VIDE !



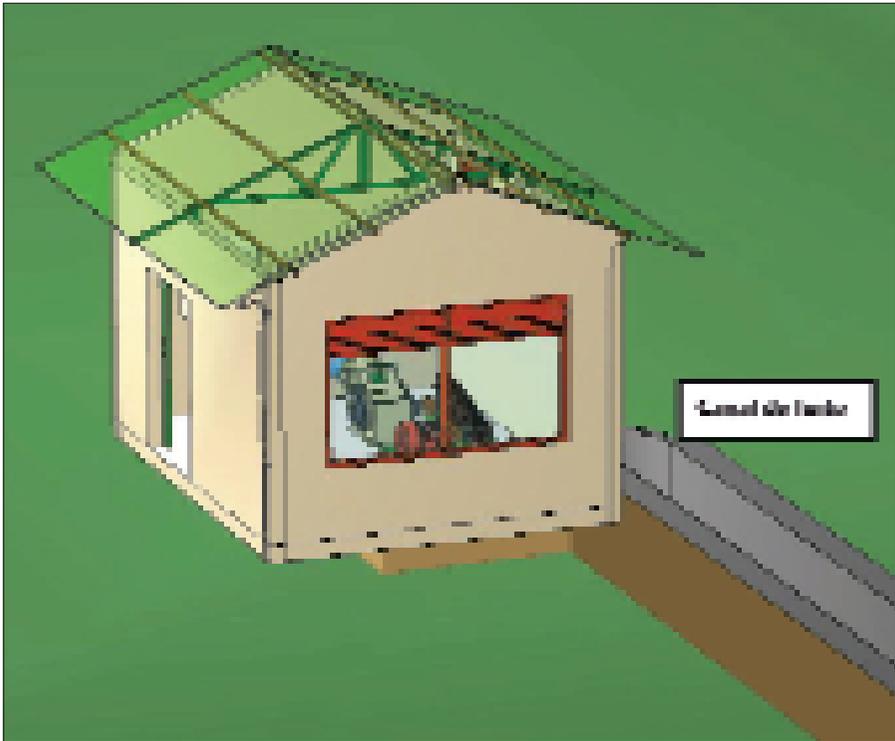
Que dois-j faire pour maintenir le système en bon fonctionnement ?

- 1 Vérifiez les rouilles et l'état de la peinture - nettoyez et repeignez selon le besoin
- 2 Vérifiez les supports du tuyau et les blocs d'ancrage pour déceler tout déformation, affaissement ou tout autre mouvement - réparez les fissures avec du mastic pour ciment
- 3 Vérifiez si les écrous et boulons sont bien serrés au niveau des collets et fixations - resserrez si besoin
- 4 Vérifiez tous les joints, surtout les joints d'extension, pour déceler d'éventuelles fuites - réparez si besoin
- 5 Enlevez régulièrement l'herbe, les broussailles et les saletés

NB :

EFFECTUET UNE VERIFICATINO DE LA CONDUITE FORCEE AU MOINS UNE FOIS TOUS LES TROIS MOIS !

2.2.8 Bâtiment de la centrale et canal de fuite



Le dessin montre une installation typique pour un petit bâtiment de la centrale et un petit canal de fuite qui redirige l'eau vers la rivière après être passée par la turbine. Il est clair que le bâtiment de la centrale doit être bien protégé et se situer au-dessus des niveaux d'eau en temps d'inondation de la rivière pour éviter tout dommage. Le canal de fuite fait partie du système hydraulique de la MCH et doit pouvoir fonctionner bien, tout comme le canal d'aménage. Il ne doit être ni bloqué ni recouvert par des végétations ou débris. Le canal de restitution est d'habitude très court mais certaines MCH ont des canaux de fuite de plusieurs centaines de mètres ou kilomètres de long. Cela dépend de l'emplacement spécifique ou encore de la topographie.



Ce bâtiment de la centrale N'EST PAS un endroit sûr pour mettre des équipements de valeur

Comment puis-je l'améliorer ?

- Peignez le mur ainsi que les parties en bois, telles que les portes et fenêtres
- Réparez la toiture
- Gardez la propreté du sol
- Nettoyez l'espace de travail extérieur

Pourquoi ?

- Le bâtiment de la centrale protège des équipements mécaniques et électriques de grande valeur
- Il empêche l'accès des personnes non autorisées
- Les mauvaises conditions météorologiques peuvent endommager les équipements



Un bâtiment de la centrale bien construit et bien entretenu, situé dans un bon emplacement

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Tous les éléments importants ont été pris en compte
- Tous les accessoires nécessaires ont été inclus
- Le bâtiment est bien entretenu et donne une bonne impression
- La maison est bien accessible, ce qui est important particulièrement pendant la nuit



Ce bâtiment de la centrale ne peut évidemment PAS résister aux inondations

Comment puis-je l'améliorer ?

- Construisez un mur de soutènement autour du bâtiment et remblayez la zone pour protéger les fondations du bâtiment de la centrale. Faites attention à ce que le mur ne bloque pas le cours de la rivière.

Pourquoi ?

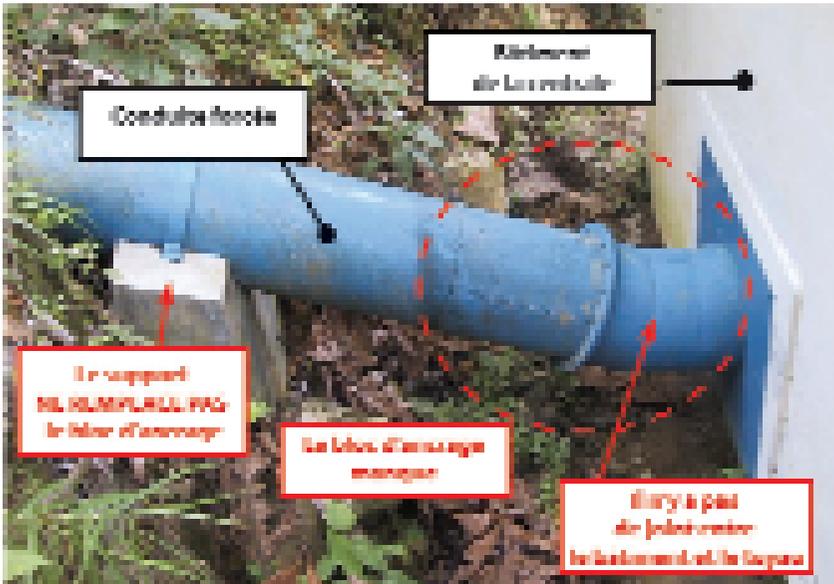
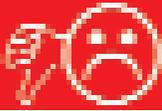
- Le bâtiment de la centrale renferme des équipements mécaniques & électriques de grande valeur, lesquels doivent être protégés. Même avec un mur de soutènement, ce bâtiment de la centrale ne peut pas résister aux inondations car il est situé trop bas dans la rivière. Des portes étanches et des sacs de sables temporaires pourraient aider en cas de petite inondation. Mieux encore, scellez les orifices des fenêtres et des portes avec du béton et aménagez un nouvel accès par le toit. Afin de protéger les équipements, prévoyez des pompes prêtes à utiliser dans le bâtiment de la centrale en cas d'inondations.
- Comme le montre l'image en bas à droite, une inondation grave est survenue juste avant de mettre cet ouvrage sous presse et a causé des dégâts graves - affectant malheureusement une seconde turbine installée au même endroit.



Un bâtiment de la centrale bien construit et situé dans un bon endroit

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le bâtiment de la centrale est bien protégé contre les inondations de la rivière car il se situe au-dessus du niveau d'inondation
- L'eau dans le canal de fuite regagne la rivière en franchissant de petites marches et n'érode pas la rive
- Le bâtiment de la centrale est une structure solide et apparemment propre



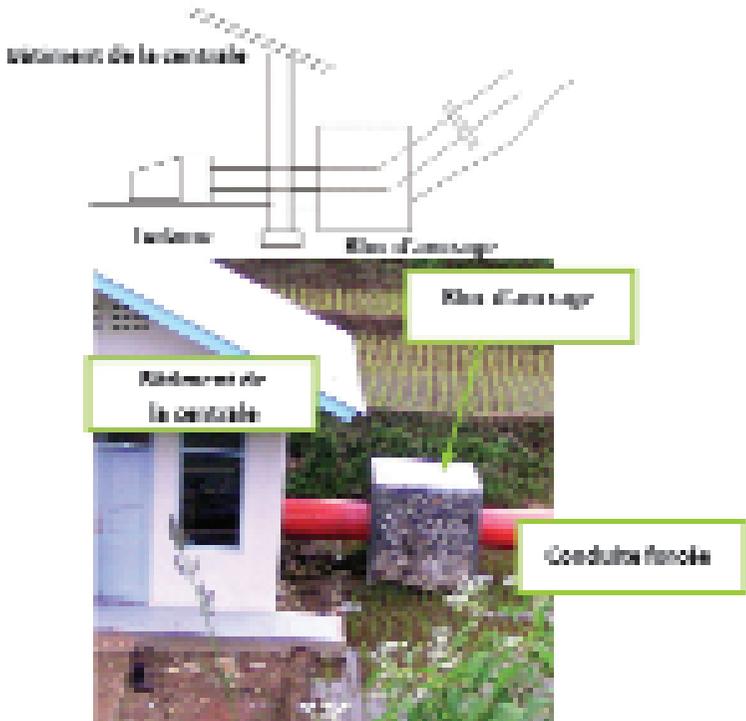
Le support du tuyau NE REMPLACE PAS la nécessité d'un bloc d'ancrage

Comment puis-je l'améliorer ?

- Construisez un bloc d'ancrage en béton autour de la conduite forcée
- Laissez un joint entre le bloc et le bâtiment
- Installez un joint d'extension avant (en amont) du bloc d'ancrage

Pourquoi ?

- Un bloc d'ancrage absorbe le poids de la conduite forcée et les forces hydrauliques de l'eau dans cette dernière
- Un joint d'extension absorbe l'extension du tuyau à cause des changements de température, et aussi des forces hydrauliques dans le tuyau entre les blocs d'ancrage



Un bloc d'ancrage solide empêche tout mouvement de la conduite forcée

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le bloc d'ancrage permet d'assurer que la conduite forcée est fixe et ne tire ni pousse le mur du bâtiment
- Il est mieux pour le bloc d'ancrage d'être séparé du bâtiment
- Des fossés de drainage autour du bâtiment gardent l'eau de surface à une distance du bâtiment de la centrale



Que dois-je faire pour maintenir le système en bon fonctionnement ?

- 1 Maintenez la propreté du canal de fuite et écartez tout débris
- 2 Vérifiez qu'il n'y a pas d'érosion dans la rivière

NB :

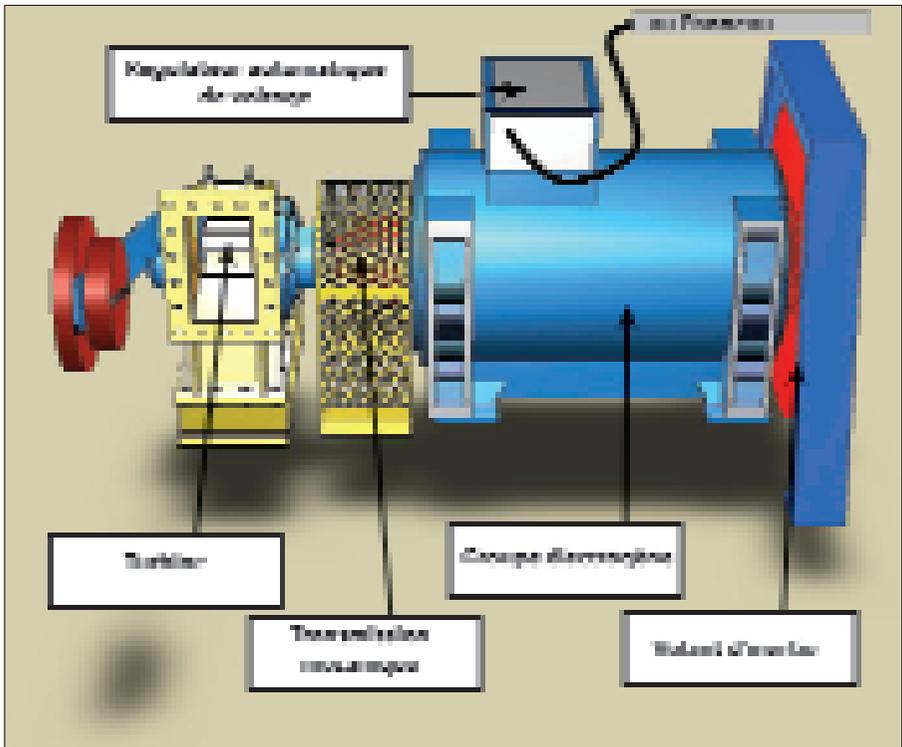
LA TURBINE NE PEUT BIEN FONCTIONNER QUE SI L'EAU CIRCULE LIBREMENT DANS LE CANAL DE FUITE !

VERIFIEZ ET NETTOYEZ AUTANT QUE NECESSAIRE !



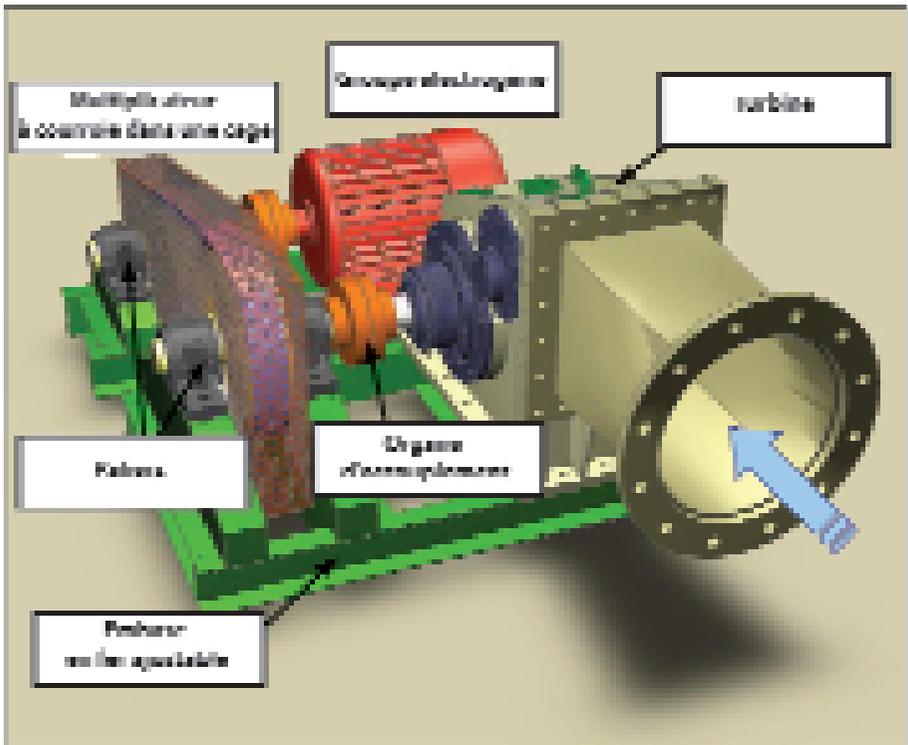
3. Equipements Electromécaniques

3.1. Les essentiels



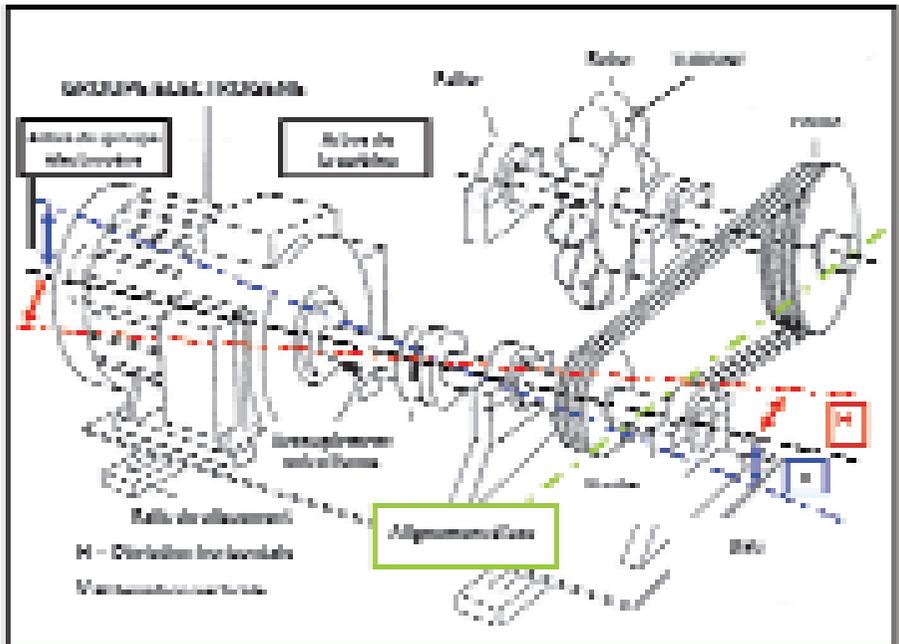
Les éléments électromécaniques typiques de Micro Hydro Power Plant

- Turbine
- Transmission mécanique/ multiplicateur de vitesse
- Groupe électrogène
- Contrôleur de turbine
- Armoire électrique



Quels sont les principaux défis pour installer ces machines ?

Le plus important c'est que les composants électromécaniques et l'embase soient bien posés sur une fondation solide et stable et que les axes de tous les composants soient parfaitement alignés comme indiqué.

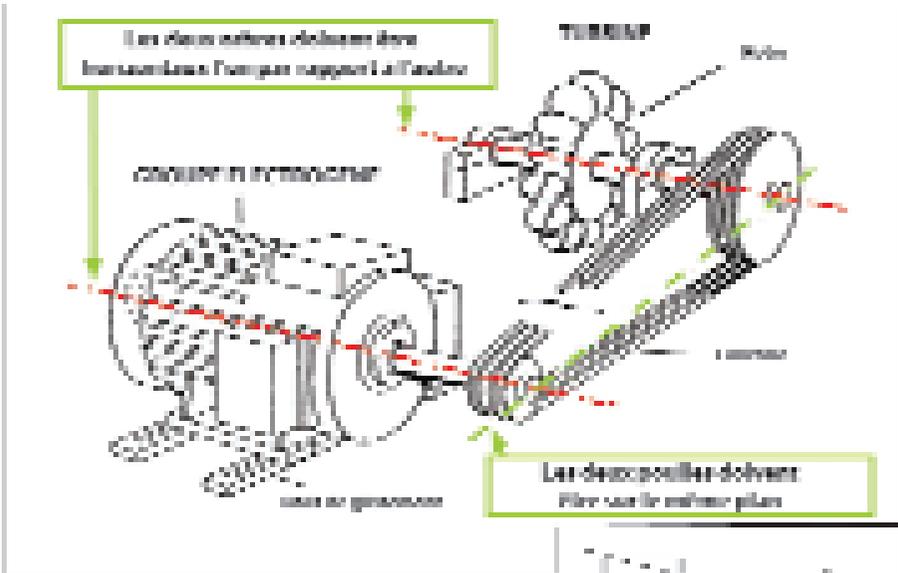


Un alignement d'arbres précis est essentiel pour une bonne opération

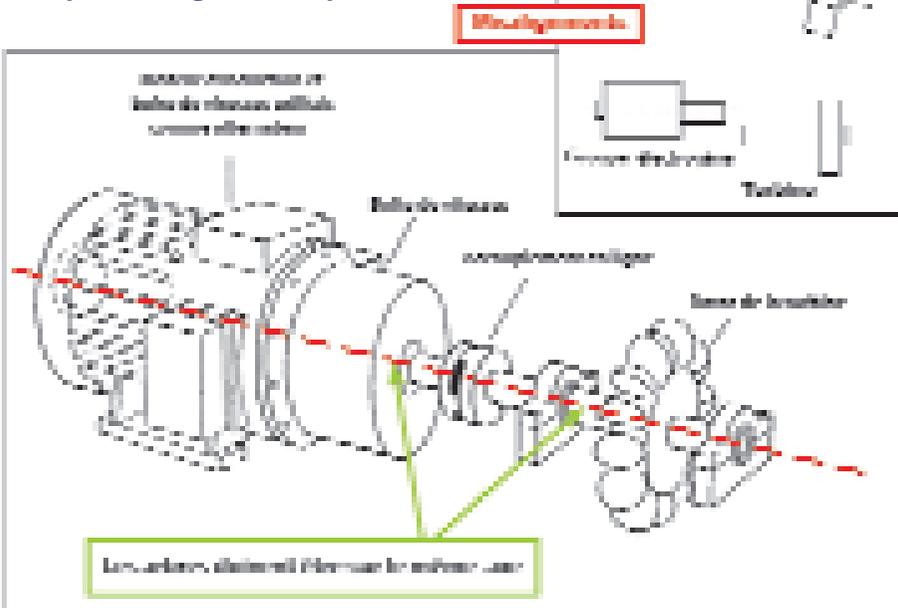
Que faut-il prendre en compte pour une bonne qualité de travail ?

- L'installation de la turbine et du groupe électrogène doit être faite avec soin
- Assurez-vous que les arbres des turbines et du groupe électrogène soient parfaitement parallèles verticalement et horizontalement par rapport au plan
- Cet alignement parallèle est très important pour une transmission régulière et pour une plus longue durabilité.
- Les poulies de courroie nécessitent un alignement axial
- Les ajustements des arbres doivent être faits très soigneusement
- Le bâti nécessite d'être ajustable afin de permettre un bon alignement
- Pour pouvoir serrer la courroie, le bâti doit être toujours déplacé en alignement précis
- Le désalignement cause des problèmes de transmission : il y aura beaucoup d'usures et de déchirures sur la courroie et les paliers - il est probable qu'ils aient besoin d'être remplacés un plus tôt
- Il faut faire attention pendant le coulage de la fondation en béton pour qu'elle soit parfaitement horizontale pour faciliter tout ajustement des bases de l'équipement ultérieurement.

Groupe électrogène commandé par courroie



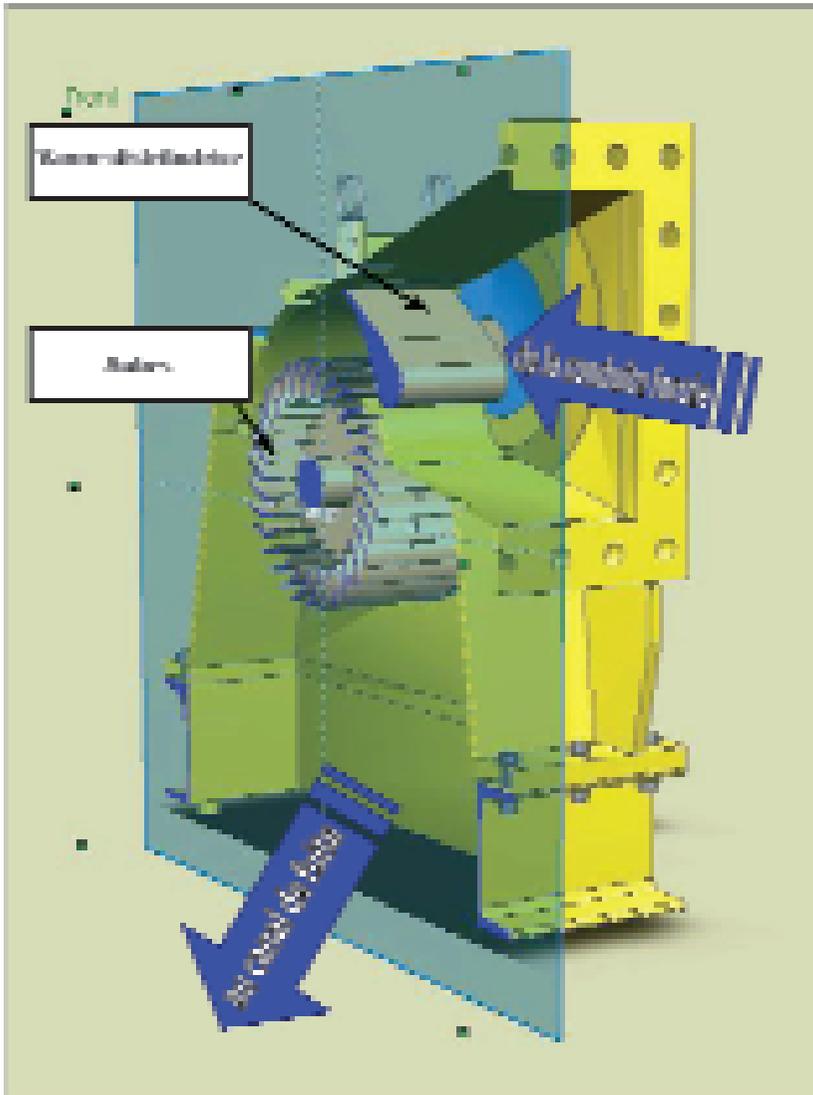
Groupe électrogène à couplage direct





3.2 LES COMPOSANTS INDIVIDUELS

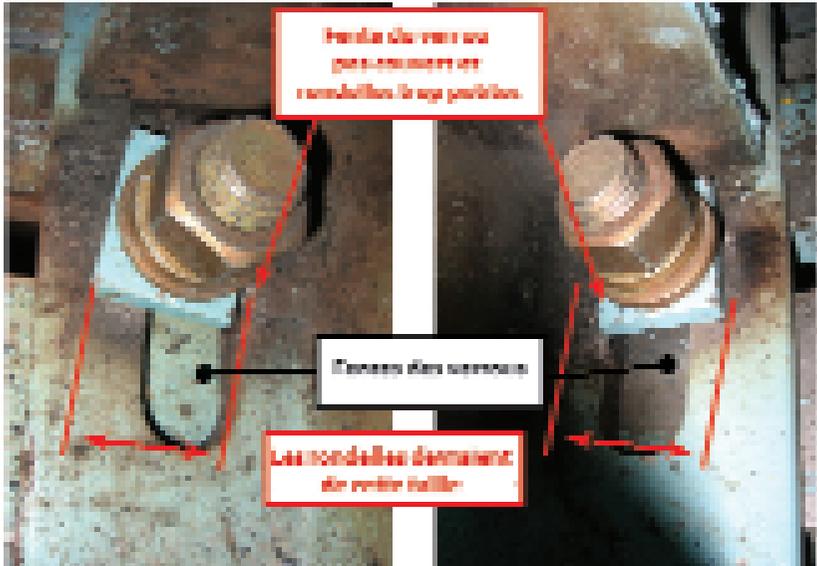
3.2.1 Turbine



Principaux éléments d'une turbine à flux traversant

NB :

LA VANNE DISTRIBUTRICE REGLE LE PASSAGE DU DEBIT A LA TURBINE !



Mauvaises taille des rondelles

Comment puis-je l'améliorer ?

- Utilisez la taille exacte des rondelles (dans ce cas : plus large)
- Les angles des rondelles doivent être parallèles à la fente du verrou et doivent les couvrir complètement

Pourquoi ?

- Les fentes connectent la turbine à l'embase en fer et ainsi fixent sa position
- Les rondelles distribuent uniformément la charge sur l'embase en fer

NB :

**LA TAILLE DE LA RONDELLE DOIT ETRE DEUX FOIS LE DIAMETRE DU TROU !
LES FENTES DES VERROUS PERMETTENT UN ALIGNEMENT PRECIS DE L'EQUIPEMENT !**



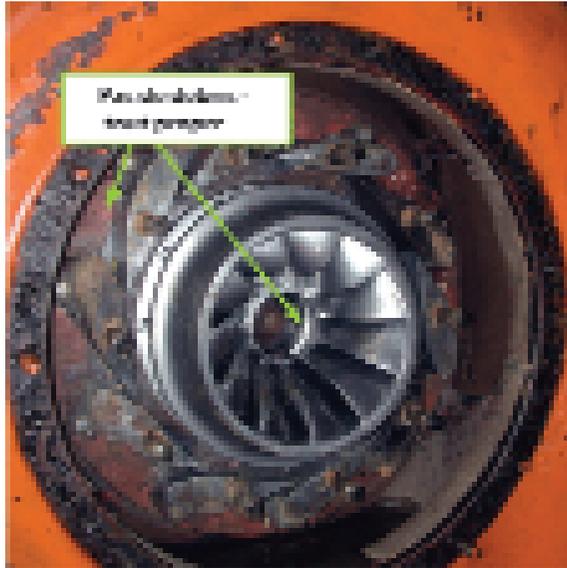
Rotor et vannes distributrices obstrués

Comment puis-je l'améliorer ?

- Prévenez les débris pour qu'ils n'atteignent pas la conduite forcée en installant une grille fine correspondant aux recommandations du constructeur de la turbine
- Nettoyez et entretenez la grille régulièrement

Pourquoi ?

- Les débris dans les aubes de la turbine réduisent initialement la performance de la turbine mais éventuellement obstruent et endommagent la turbine
- Les turbines Francis et les turbines à hélices sont spécialement susceptibles d'être bloqués par les débris



Une turbine en bon état - grâce au dessableur fonctionnel et à la grille fine

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

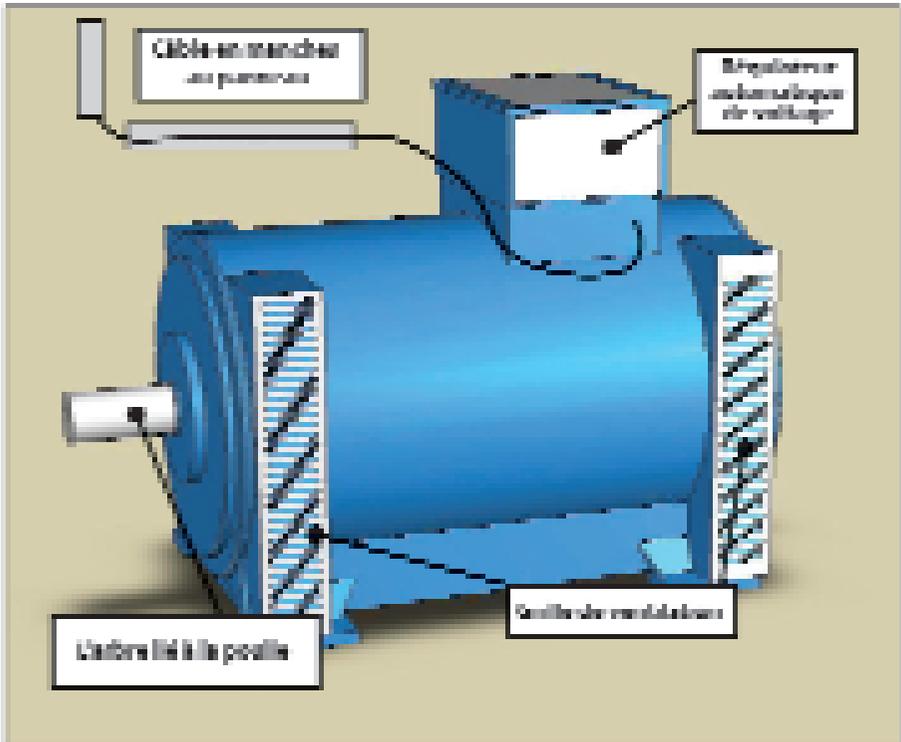
- La performance de la turbine n'est pas influencée par les débris
- La grille est construite suivant la recommandation du fournisseur de la turbine et garde la turbine propre
- Grâce au dessableur, aucune abrasion/usure n'est visible sur la roue de la turbine

NB :

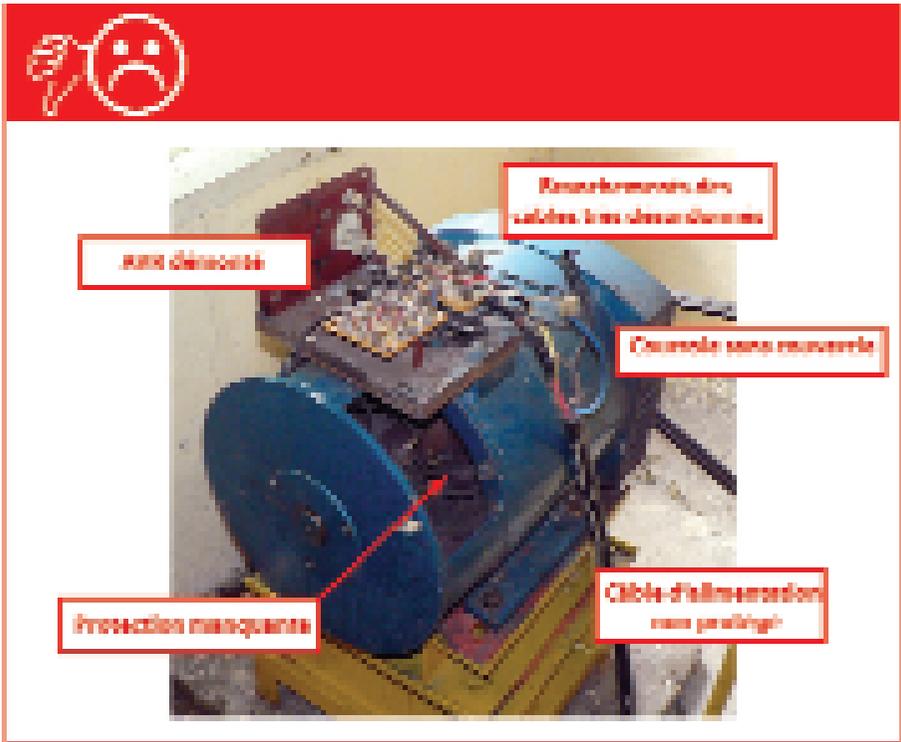
**PROTEGEZ LA TURBINE ET ELLE VA FONCTIONNER POUR LONGTEMPS !
NETTOYEZ REGULIEREMENT LA GRILLE ET LE BASSIN DE DECANTATION !**



3.2.2 Les éléments principaux du groupe électrogène



Le dessin montre un groupe électrogène synchronisé avec un AVR (Régulateur automatique de voltage). Dans le mode isolé, l'AVR contrôle le voltage du groupe électrogène qui est aussi un système de voltage. Dans le mode branché au réseau de distribution, l'AVR n'est pas en mesure de changer le système de voltage mais en ajustant le courant d'excitation, cela peut déterminer les caractéristiques de l'énergie réactive. Les groupes électrogènes asynchrones ne possèdent pas d'AVR.



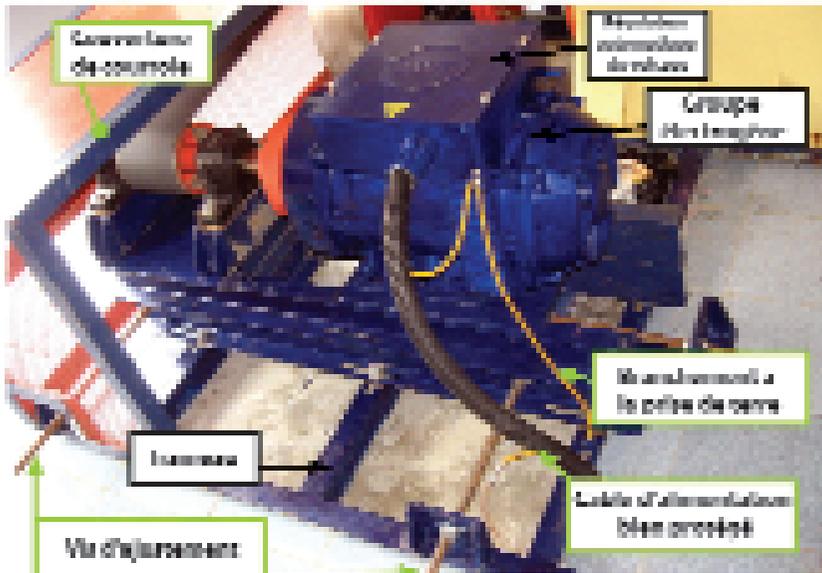
Groupe électrogène et AVR en mauvais état

Comment puis-je l'améliorer ?

- Remplacez toutes les parties manquantes du groupe électrogène et de l'AVR
- Faites des branchements adéquats des câbles conformément aux réglementations de sécurité
- Le câble d'alimentation doit être conduit dans un support
- Branchez le groupe électrogène à un système de prise de terre
- La courroie de transmission doit être protégée par une cage

Pourquoi ?

- Il est possible que des personnes non formées soient présentes dans le bâtiment de la centrale. Elles doivent être protégées des dangers d'électricité et d'énergie mécanique
- Les réglementations de sécurité sont toujours indispensables, ils aident à prévenir les accidents et les blessures
- Une opération appropriée et consciencieuse et un bon travail de maintenance produiront une exploitation parfaite



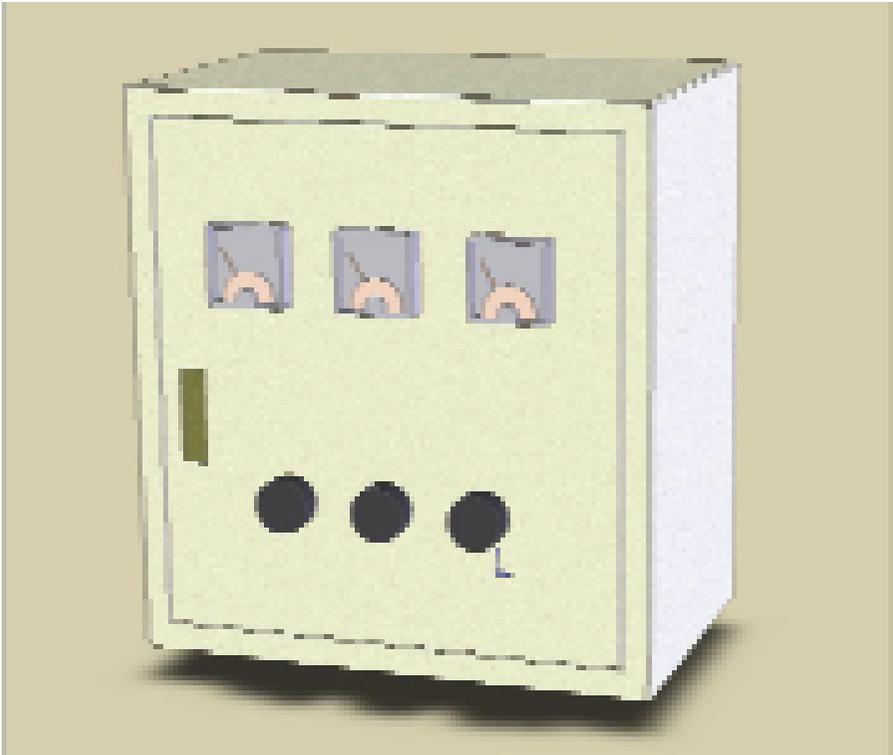
Groupe électrogène - bien installé

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- L'équipement est installé suivant les réglementations de sécurité
- Le câble d'alimentation est protégé par un tuyau flexible
- Le groupe électrogène et le contrôleur sont liés au système de par une couverture
- La courroie est protégée avec un couvercle
- Il y a assez d'espace pour changer le groupe électrogène à la bonne position. La courroie peut être serrée en la déplaçant sur le traîneau sur le châssis
- Le sol est propre, permettant immédiatement de détecter les fuites d'eau et d'autres irrégularités

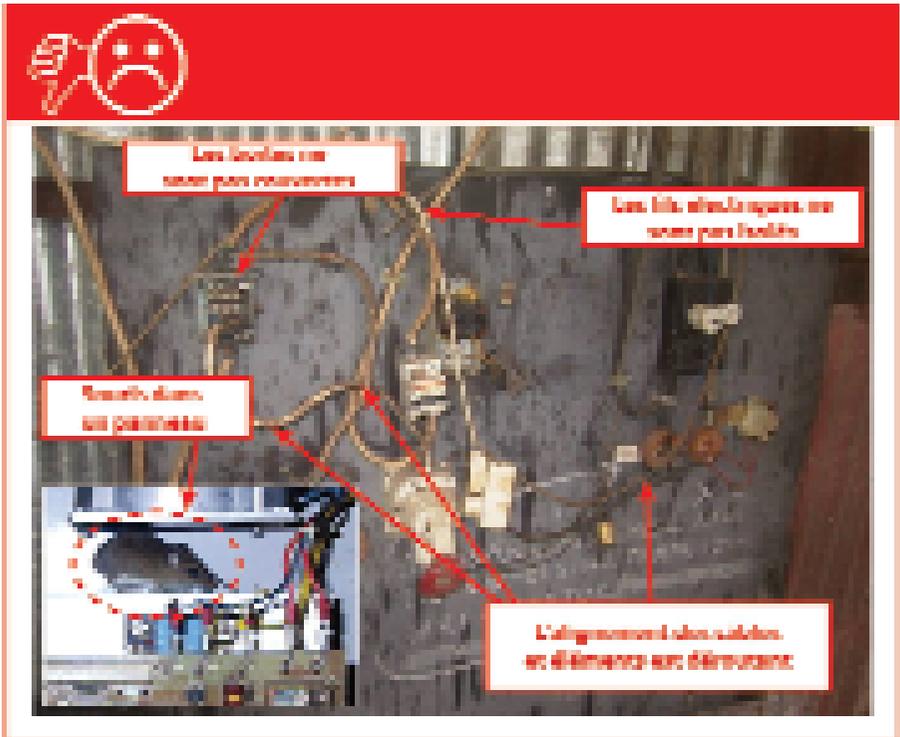


3.2.3 Panneau, Régulation et Ballasts électriques



Un endroit sécurisé pour les dispositifs électriques

L'armoire électrique est un endroit sécurisé, sec et sans poussière pour les dispositifs électriques et protège des chocs électriques les gens travaillant dans la centrale.



Mauvais exemple de branchement et d'éléments électriques

Comment puis-je l'améliorer ?

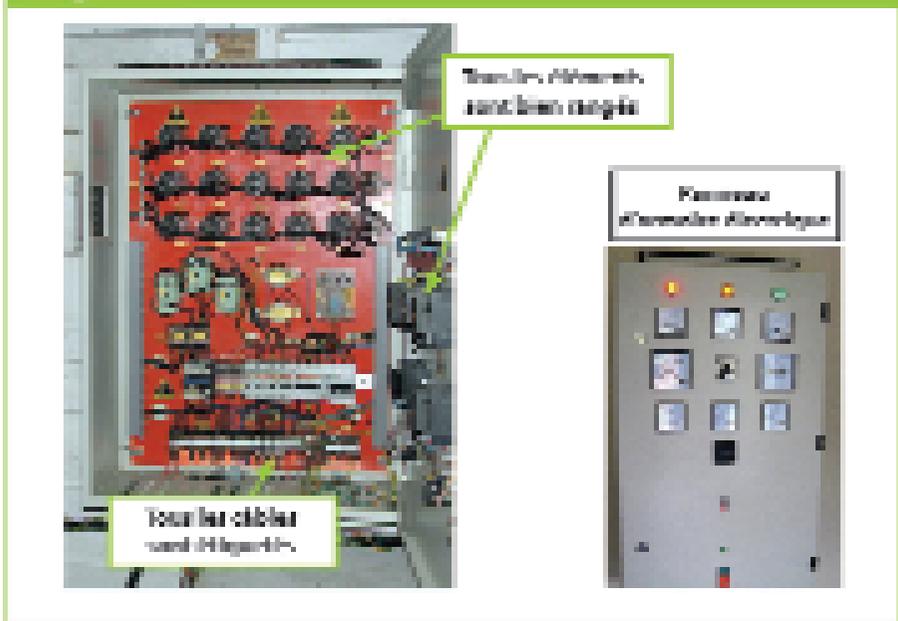
- Montez les éléments électriques et le branchement dans un plan bien rangé
- Les éléments électriques doivent être installés dans une armoire électrique en métal qu'on peut fermer à clef
- Empêchez l'accès du public aux éléments électriques et au branchement - y compris l'accès des animaux qui peuvent arracher les câbles d'isolation

Pourquoi ?

- Les panneaux mal construits sont une source potentielle des défaillances techniques
- Même les experts peuvent comprendre (et ensuite réparer) un système seulement s'il est bien rangé
- Les fils nus sont dangereux

NB :

RISQUE DE BLESSURE ET DE MORT !



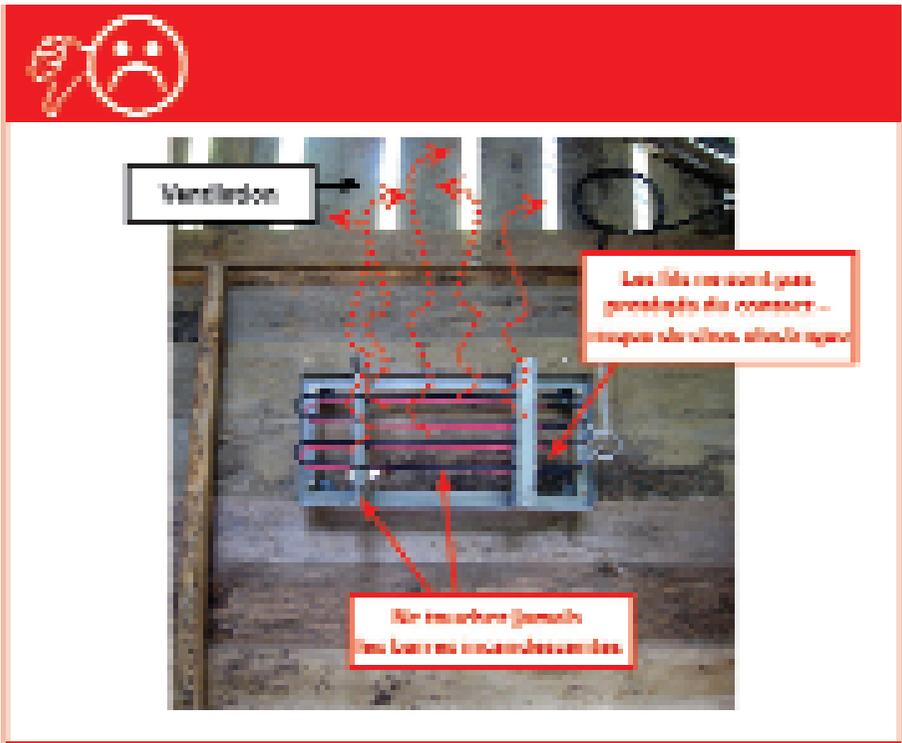
Exemple d'une armoire électrique bien rangé

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Un bon arrangement de tous les éléments rend facile et rapide la maintenance
- Les câbles et les dispositifs sont bien étiquetés
- Les réparations sont rapides et faciles à faire
- Travailler dans l'armoire électrique est plus sécurisé

NB:

PENDANT OPERATION, LE PANNEAU DOIT ETRE FERMER A CLEF !



Des ballasts électriques non protégés présentent un danger réel

Comment puis-je l'améliorer ?

- Réinstallez le ballast électrique à un endroit bien aéré
- Attachez le ballast un peu plus haut - hors d'atteinte des gens
- Montez une cage de sécurité autour du ballast
- Installez un bouclier anti-chaueur contre le mur en bois et les planches du plafond

Pourquoi ?

- Un ballast chaud est un risque d'incendie, surtout pour les planches en bois
- Les couches de câbles plastiques peuvent fondre
- Si le ballast est installé trop bas, quelqu'un peut les toucher et se trouve brûlé

NB :

RISQUE DE BLESSURE !



Un ballast électrique bien protégé au mur extérieur du bâtiment de la centrale

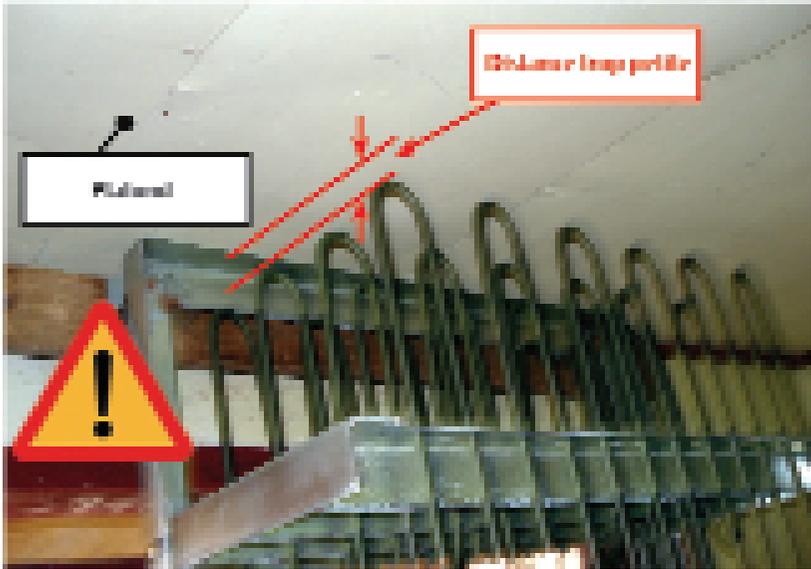
Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le toit protège l'installation du ballast contre la pluie
- Le ballast est bien aéré
- La cage extérieure empêche l'accès des personnes non autorisées

NB :

EN CAS DE FAIBLE CHARGE DANS LE VILLAGE (AVEC LA PLUPART DES APPAREILS DEBRANCHES) LE CONTROLEUR DETOURNE L'ELECTRICITE VERS LE BALLAST ELECTRIQUE OU ELLE EST CONVERTIE EN CHALEUR !

LES BARRES SONT INCANDESCENTES !



La distance entre le plafond et le bout du ballast électrique doit être 50cm au minimum

Comment puis-je l'améliorer ?

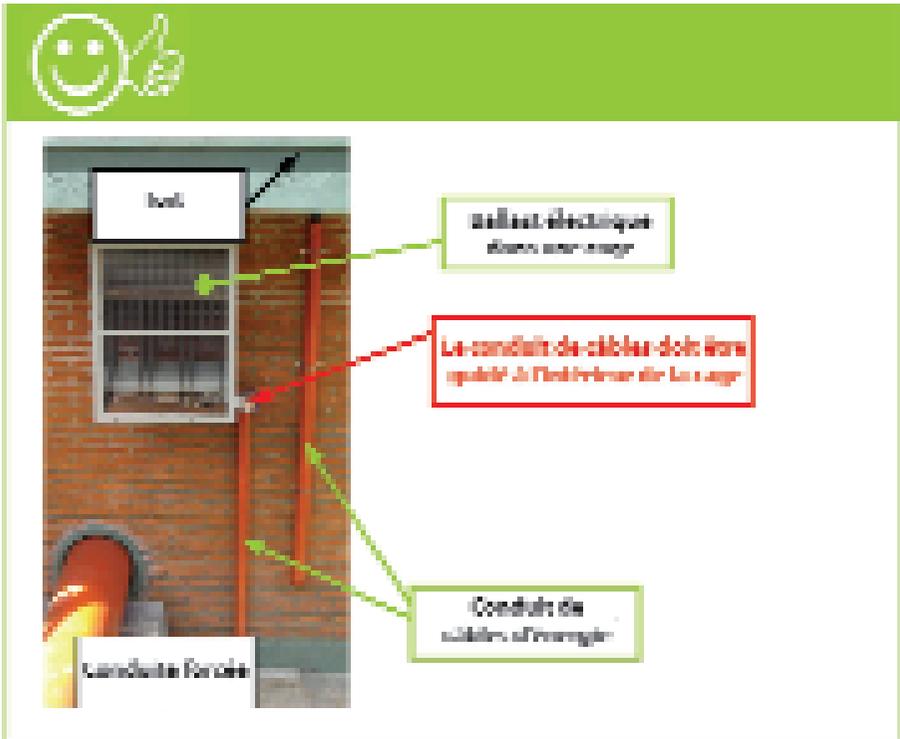
- Installez le ballast plus bas, ou si possible, à l'extérieur du bâtiment de la centrale
- Protégez le ballast avec une cage
- Assurez une bonne ventilation des barres incandescentes

Pourquoi ?

- Si la demande en électricité est faible, l'électricité excédante est détournée vers le ballast électrique. Les barres deviennent très chaudes et assez d'espace vers le plafond et une bonne ventilation sont requises pour évacuer la chaleur.

NB :

RISQUE D'INCENDIE !



Une bonne installation du ballast électrique

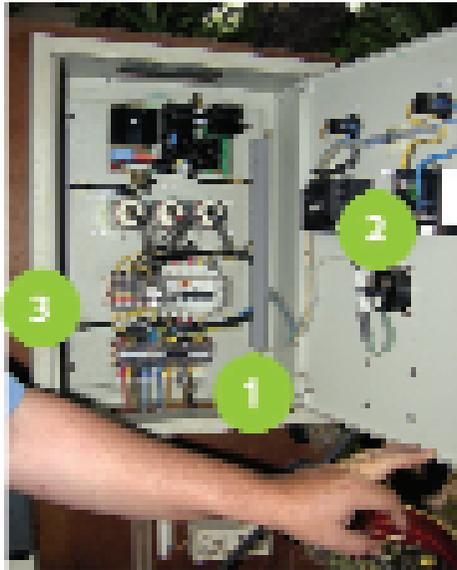
Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Les résistances sont bien protégées dans une cage en acier
- Les résistances sont bien aérées quand elles deviennent trop chaudes
- L'installation sous le toit est une bonne protection contre la pluie
- Le branchement vers le ballast est fait à travers des conduits
- Les personnes non autorisées n'ont aucun accès au ballast et ne peuvent pas être brûlées par les barres incandescentes

NB :

LES CONDUITS DE CABLES DEVRAIENT ETRE GUIDES A L'INTERIEUR DE LA CAGE POUR EMPECHER LES DEGATS DES CABLES !

SI CES CABLES SONT INTERROMPUS LA TURBINE NE PEUT PLUS ETRE CONTROLEE !



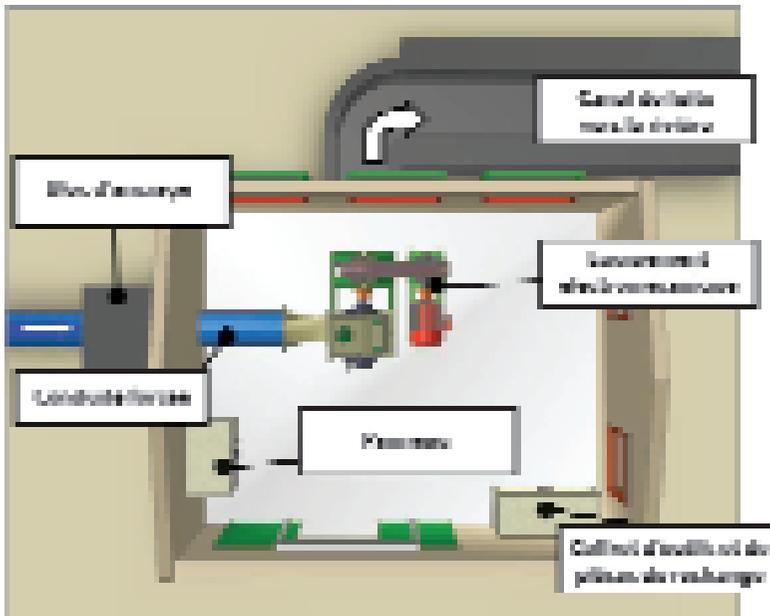
Que dois-je faire pour garder le système en bon fonctionnement ?

- 1 Gardez le panneau bien nettoyé des poussières et de la graisse
- 2 Vérifiez tous les dispositifs électriques et les instruments de contrôle pour un bon fonctionnement
- 3 Assurez-vous que tous les branchements des câbles sont OK

NB :

**SEULS LES DISPOSITIFS BIEN FONCTIONNELS PRODUISENT DE L'ELECTRICITE !
FAITES UNE VERIFICATION AU MOINS UNE FOIS PAR SEMAINE !**

3.2.4 L'intérieur du bâtiment de la centrale





L'équipement principal est trop près des murs

Comment puis-je l'améliorer ?

- Au stade de la conception, on doit planifier assez d'espace autour de la turbine et du générateur
- Essayez de réarranger l'équipement et élargir la centrale pour faire plus d'espace autour de l'équipement principal

Pourquoi ?

- On exige un espace de travail approprié pour le service et la maintenance
- Pour démonter l'arbre de la turbine, on a besoin d'un certain espace minimal selon la longueur de l'arbre



Assez d'espace autour de l'équipement

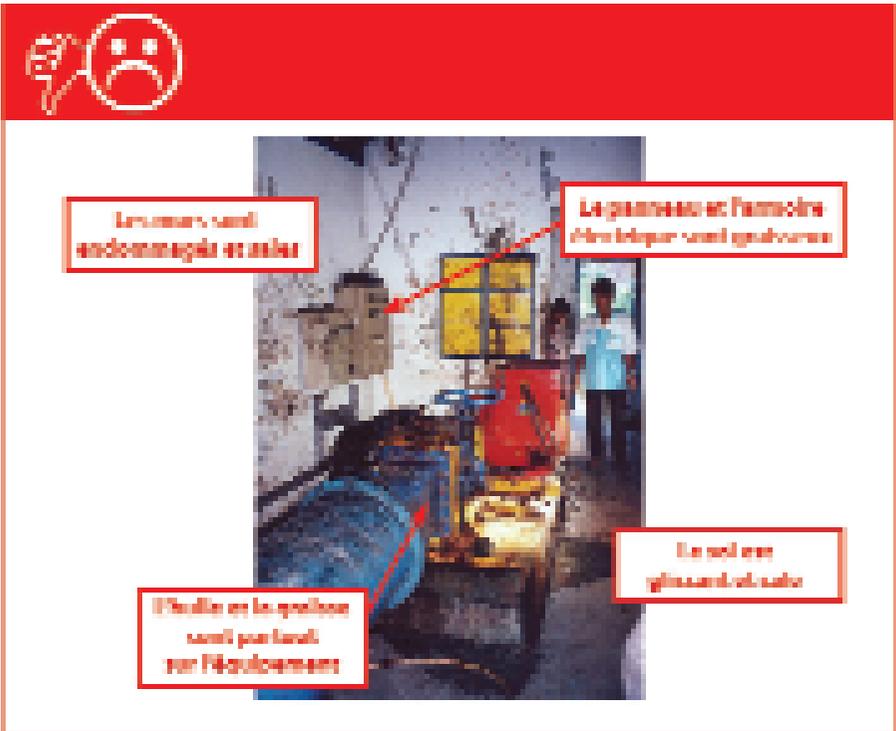
Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Il y a assez d'espace pour le travail d'opération, de maintenance, de réparation et d'assemblage / de démontage autour du générateur et de la turbine
- Espace recommandé
 - A = à 1,5m de l'entrée au minimum
 - B = 1,0 m au minimum
 - C = 1,5 m au minimum ou au moins la longueur de l'arbre de la turbine plus 0,5 m
- La zone autour de l'équipement électromécanique est gardée propre -> aucune surface graisseuse et/ou mouillée

NB :

L'EAU CONDUIT LES COURANTS ELECTRIQUES TRES BIEN !

RISQUE POUR L'OPERATEUR !



Une centrale mal entretenue et déchargée

Comment puis-je l'améliorer ?

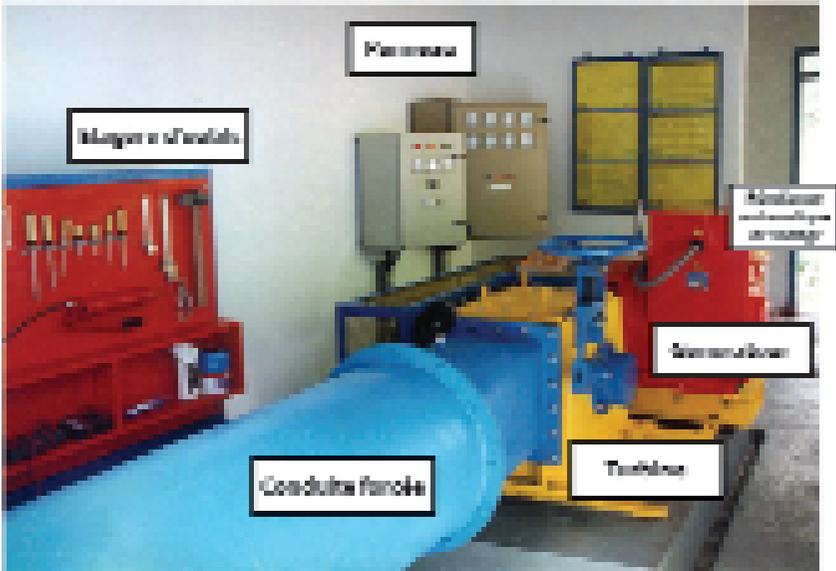
- Nettoyez la centrale
- Nettoyez les mains de la graisse et de l'huile après le travail de maintenance
- Balayez le sol après avoir travaillé dans la centrale

Pourquoi ?

- On doit garder propre l'équipement coûteux afin qu'il puisse bien fonctionner
- Travailler dans un environnement propre est plus sécurisé et agréable
- L'huile peut atteindre l'eau et le sol et les polluer
- La saleté et la graisse peuvent entraîner la défaillance de l'équipement électrique

NB :

UN SOL GRAISSEUX EST GLISSANT ET NON SECURISE !



L'ensemble des équipements est bien rangé, propre et bien entretenu

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- L'opération et la maintenance sont plus faciles lorsque l'ensemble des équipements est bien rangé
- L'ensemble des équipements - outils, pièces de rechange, etc. - est facilement à portée
- La propreté et l'ordre assurent qu'il n'y a aucune perte ou aucun dégât par la poussière et la crasse
- Un sol propre l'empêche de devenir glissant et rend le travail plus en sécurité



Une centrale N'EST PAS un endroit d'exposition ou de visites familiales

Comment puis-je l'améliorer ?

- Empêchez d'entrer toutes personnes qui ne travaillent pas dans la centrale, surtout les enfants
- Si des personnes non autorisées entrent dans la centrale, stoppez immédiatement l'équipement pour éviter des accidents
- Agissez selon les réglementations et procédures de sécurité

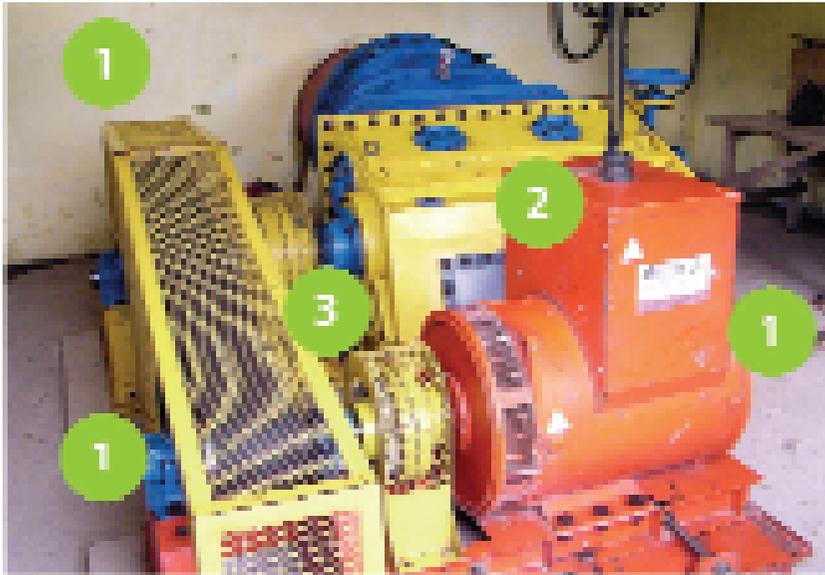
Pourquoi ?

- Une centrale n'est pas l'endroit des visites ou de réunions lorsque l'équipement qui tourne rapidement est en marche et l'électricité est générée

NB :

SACHEZ QUE LA COMMANDE PAR COURROIE EN ROTATION, LE VOLANT D'INERTIE ET LES ARBRES DE TURBINE-GENERATEUR NON PROTEGES SONT DANGEREUX POUR LES PERSONNES (NON AUTORISEES) -> LES VETEMENTS PEUVENT ETRE FACILEMENT ATTRAPES !

UN RISQUE POUR LA SANTE DE TOUT LE MONDE !



Que dois-je faire pour garder le système en bon fonctionnement ?

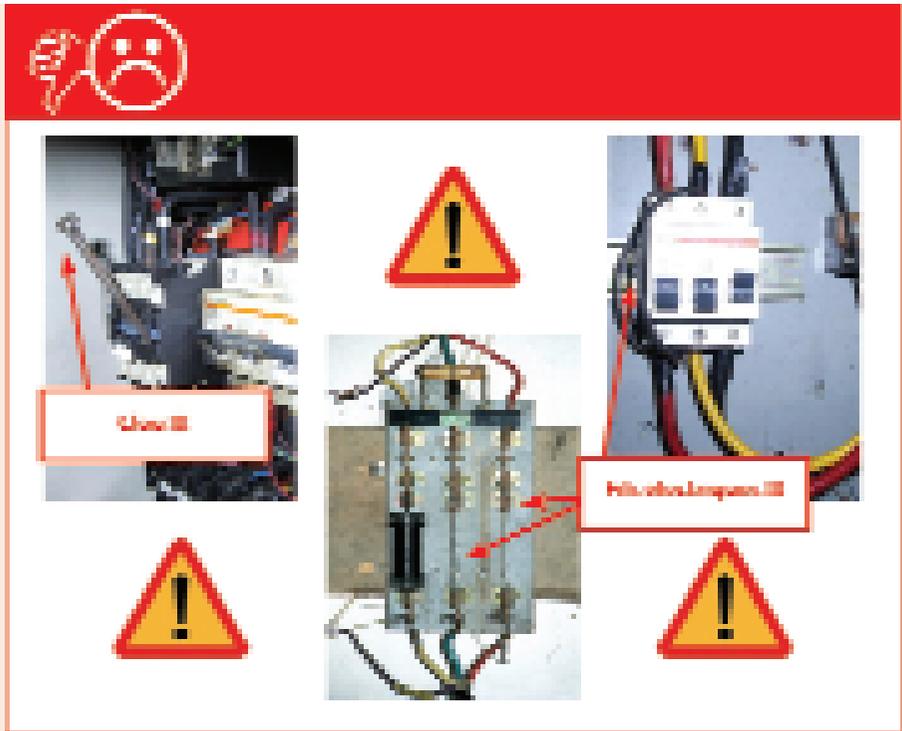
- 1 Gardez le sol et les murs propres et en ordre
- 2 Nettoyez toutes les parties de l'équipement après l'entretien
- 3 A la fin de l'entretien, remettez en place toutes les parties détachables

NB :

SEULS LES EQUIPEMENTS PROPRES FONCTIONNENT BIEN !

FAIRE UN NETTOYAGE AU MOINS APRES CHAQUE ENTRETIEN HABITUEL !

3.2.5 Branchement électrique pour la centrale



Ne pontez jamais les fusibles -> c'est très dangereux !

Comment puis-je l'améliorer ?

- NE remplacez JAMAIS les fusibles avec un fil électrique ou d'autre objet métallique
- Insérez tous les fusibles requis dans le panneau et laissez le panneau fermé pendant l'opération
- C'est la responsabilité de l'opérateur d'avoir des fusibles en stock

Pourquoi ?

- Les fusibles ont des fonctions de sécurité électrique importantes
- Les fusibles pontés causent du court-circuit et peuvent blesser l'opérateur ou la centrale

NB :

DANGER DE MORT !



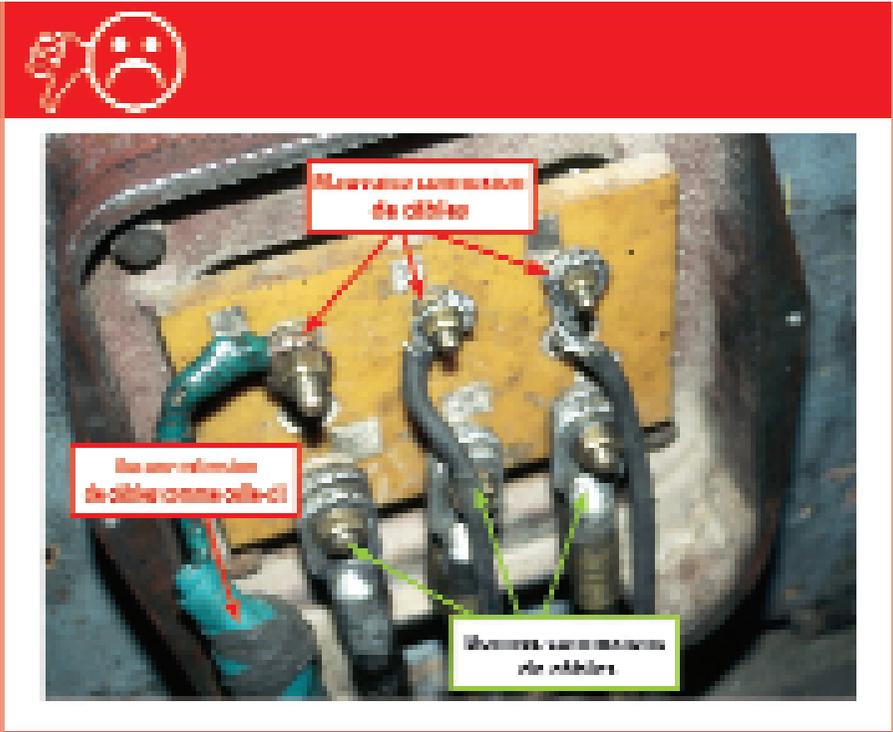
Dispositifs d'électricité et armoire électrique

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Disposition de tous les fils électriques claire, ce qui rend plus facile la recherche des défaillances
- L'armoire électrique est gardée propre
- Chaque dispositif est étiqueté, facilitant une compréhension facile du système

NB :

FERMER L'ARMOIRE ELECTRIQUE PENDANT L'OPERATION !



Des mauvaises connexions de câbles sont une source de grands dégâts

Comment puis-je l'améliorer ?

- Utiliser SEULEMENT des cosses de câble pour la connexion des câbles - il n'y a AUCUNE alternative

Pourquoi ?

- Les fils électriques doivent être bien connectés pour éviter des pertes
- Les mauvaises connexions entraînent une mauvaise opération et peuvent être l'origine des courts-circuits
- Les courts-circuits sont dangereux pour l'opération et l'équipement et entraînent des interruptions non nécessaires à l'opération



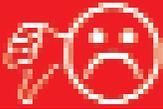
Une manière simple et élégante pour fixer les câbles

Une bonne construction de câbles

Les câbles sont bien fixés avec des cosses de câble

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Les cosses de câble correspondent au diamètre du câble et sont fixées avec des vis
- Les connexions des câbles ne peuvent pas bouger parce qu'elles sont fixées au mur avant d'entrer dans le panneau
- Aucune tension sur les câbles



Le branchement à la prise de terre ne marchera probablement pas

Comment puis-je l'améliorer ?

- L'anneau mise à la terre doit être relié à toutes les installations principales dans la centrale - par exemple : renforcement des fondations de la centrale, équipement et toutes les autres pièces
- Utiliser les bornes de prise de terre pour toute connexion au système de mise à la terre

Pourquoi ?

- Le système de mise à la terre est un système de sauvegarde pour les installations, les appareils et les gens dans la centrale
- La distance entre l'anneau mise à la terre - posé autour de la centrale - et les installations doit être au moins de 1 m et doit être fait avec les prises de terre
- Cette connexion au-dessus du sol est importante pour mesurer la résistance afin de trouver si le système de mise à la terre fonctionne convenablement



Renforcement de la fondation et de l'embase en acier liées à la barre de mise à la terre

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

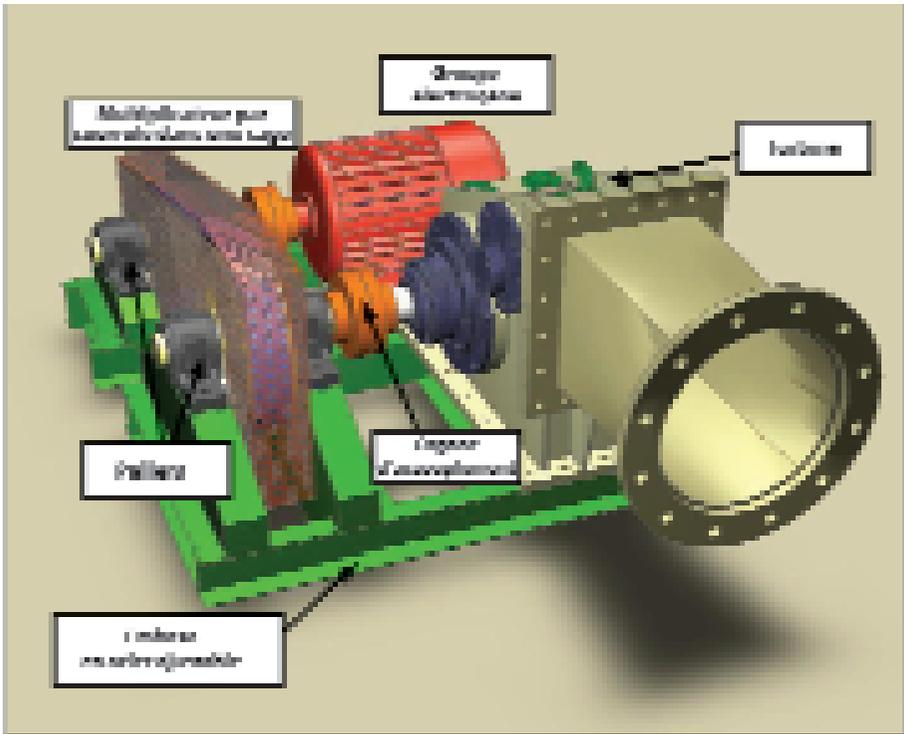
- Le renforcement de la base de la fondation et de l'embase en acier de l'équipement doit être lié au système de mise à la terre avec des bornes de prise de terre
- Cette connexion évite des grands dégâts aux gens et à l'équipement en cas de d'un dispositif
- Le système de mise à la terre protège toutes les machines et équipements, le branchement, la centrale et les gens qui y travaillent contre les foudres et les courants électriques parasites

NB :

AUCUNE MISE A LA TERRE - UN DANGER DE MORT !



3.2.6 Transmission mécanique



La transmission mécanique lie la turbine au générateur. Souvent, on l'appelle également multiplicateur. On en a besoin car le générateur marche généralement à une vitesse rotationnelle plus élevée que la turbine. Il y a différents types de transmissions ; dans le cas de la MCH avec des turbines, les multiplicateurs par courroie sont communément utilisés. Ils ne sont pas adéquats aux turbines et aux générateurs de plus de 100 - 200kW.



Le volant et la courroie ne sont pas protégés dans une cage

Comment puis-je l'améliorer ?

- Remettez le couvercle de sécurité sur le volant et la courroie avant de redémarrer l'opération
- Suivre tous les réglementations et procédures de sécurité

Pourquoi ?

- Les parties en mouvement rapide sans protection (roues et multiplicateur par courroie) sont un danger pour l'opérateur (et n'importe qui entrant dans la centrale)

NB :

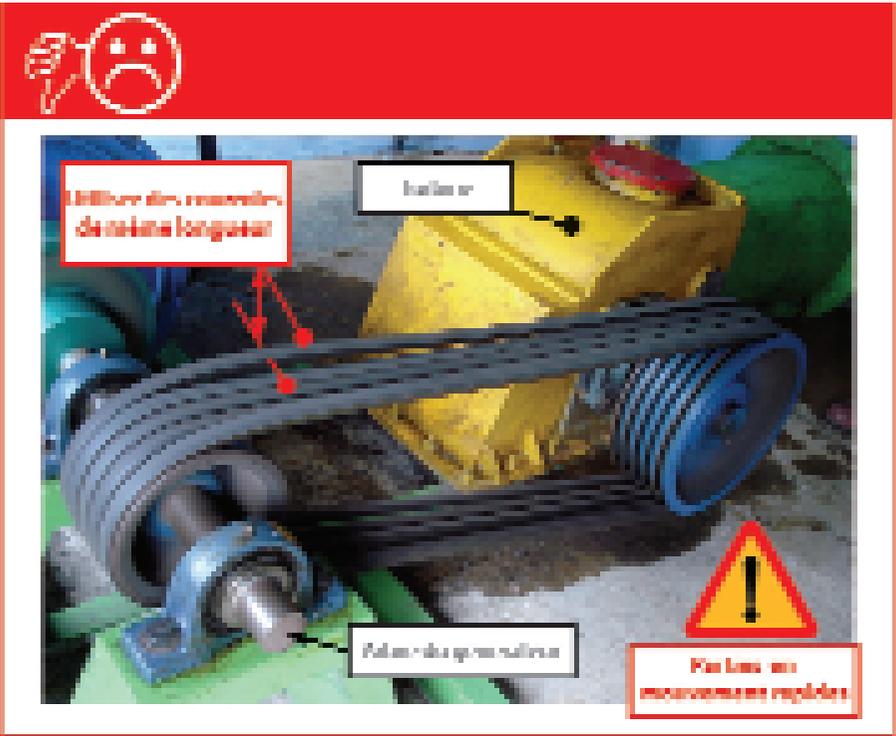
PARTIES EN MOUVEMENT RAPIDE - UN DANGER GRAVE A LA SANTE !



Volant d'inertie, multiplicateur par courroie et organes d'accouplement couverts par des couvercles de sécurité

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Les couvercles de sécurité empêchent les accidents lorsque la turbine est en marche
- Le sol est propre et en ordre
- Il y a assez d'espace de travail autour de l'équipement



La tension des courroies est très importante pour la transmission efficace

Comment puis-je l'améliorer ?

- Si la tension des courroies semble insuffisante, serrez-les en changeant la position du sous-cadre du volant et du générateur
- Utilisez seulement des courroies du même fabricant et de même âge -> achetez et remplacez toutes les courroies en même temps
- Libérez toujours les poulies et les courroies de toute graisse

Pourquoi ?

- Pour une transmission effective, il est important d'avoir la même tension sur toutes les courroies
- Un générateur qui fonctionne bien produit plus



Les courroies
sont alignées et
bien serrées



Pour les
roulements, la graisse !

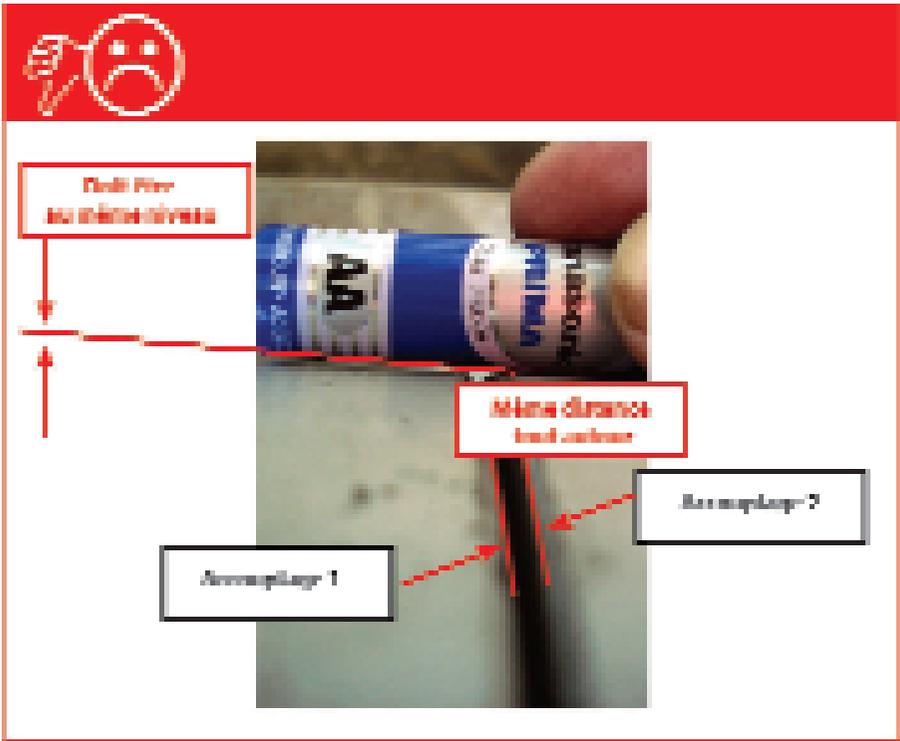
La tension de toutes les courroies doit être la même

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Une transmission bien alignée et bien mise sous tension conduit à un bon rendement
- Une tension irrégulière des courroies conduit à un grand effort sur celles qui sont plus serrées, réduit le rendement et peut entraîner des efforts supplémentaires sur les coussinets

NB :

**L'OPERATEUR DOIT VERIFIER LA TENSION DES COURROIES AVANT LE DEMARRAGE !
LA POULIE ET LA COURROIE DOIVENT ETRE DEBARASSEES DE LA GRAISSE !**



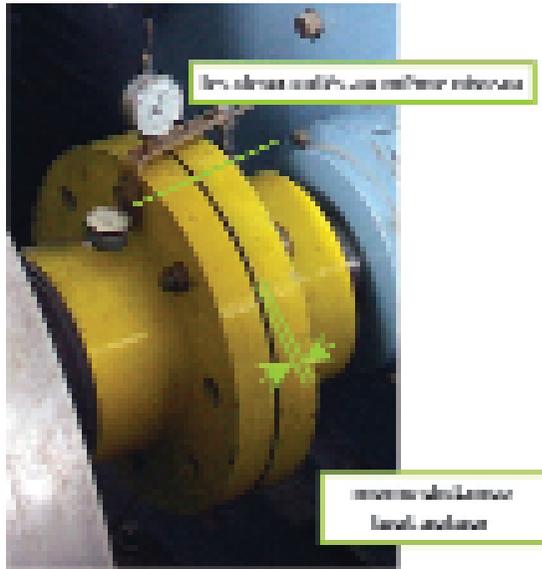
Du travail précis est requis lors de l'ajustement de l'accouplage

Comment puis-je l'améliorer ?

- La distance et l'élévation entre les parties de l'accouplage doit être la même - Une pression égale est nécessaire pour assurer une longue durée de vie de l'accouplage

Pourquoi ?

- Un bon alignement d'accouplage est très important car il prolonge énormément la durée de vie
- Un mauvais alignement conduit à un dégât prématuré de l'accouplage



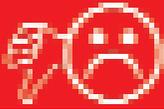
Vérification de l'ajustement de la connexion

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Les distances requises des éléments de l'accouplage sont respectées exactement
- Il est très important que l'alignement de la connexion est effectué avec soin, sinon le joint sera bientôt détruit et doit être remplacé plus souvent -> couts qu'on peut éviter

NB :

CHAQUE INTERRUPTION DE L'OPERATION ENTRAINE UNE COUPURE D'ELECTRICITE POUR LES CONSOMMATEURS ET SIGNIFIE AUCUN REVENU POUR LA MCH !



Plus de graisse sur le sol que dans le palier

Comment puis-je l'améliorer ?

- Manipulez la graisse avec soin
- Pressez la graisse seulement dans le raccord ou il le faut
- Nettoyez l'ensemble de l'équipement après le graissage
- Gardez le sol propre et en ordre

Pourquoi ?

- SEULEMENT les parties mobiles de l'équipement ont besoin de lubrification
- De la graisse sur le sol est un risque grave pour l'opérateur et quelqu'un d'autre dans la centrale -> les sols devient glissant

NB :

CENTRALE GLISSANTE - HAUT RISQUE DE BLESSURES !



Graisse convenablement appliquée

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Toutes les parties mobiles d'une machine ont besoin de graisse pour un bon fonctionnement
- Appliquez de la graisse jusqu'à ce qu'elle commence à sortir - ensuite c'est assez
- Enlevez le surplus de graisse
- Evitez d'avoir des sols pleins de graisse - nettoyez toujours après avoir lubrifié les machines

NB :

TROP DE GRAISSE PEUT TEMPORAIREMENT CONDUIRE A UNE AUGMENTATION DE TEMPERATURE DU PALIER

IL EST RECOMMANDE DE LUBRIFIER AVEC SOIN ET D'OBSERVER LES TEMPERATURES DU PALIER !

3.2.7 Outils et pièces de rechange



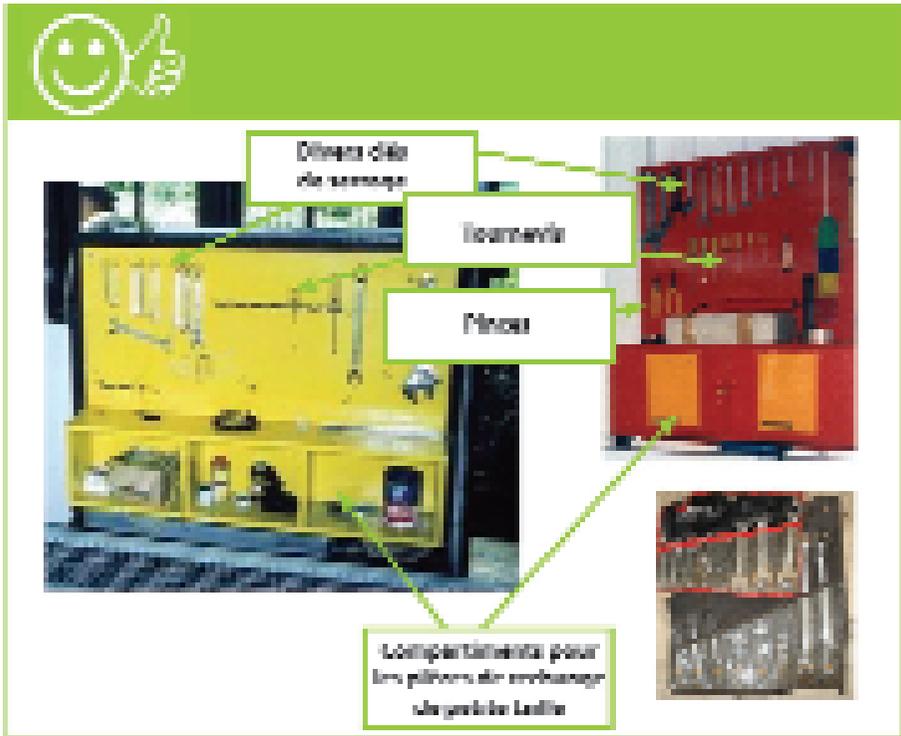
Les pièces de rechange et les outils doivent être nettoyés et bien emmagasinés

Comment puis-je l'améliorer ?

- Emmagasinés les pièces de rechange dans un coffret ou une boîte d'outils et fermez-le/la à clef
- Emmagasinés les outils fréquemment utilisés sur un rayon ou carton
- Toujours nettoyez les outils après usage

Pourquoi ?

- L'opérateur doit savoir quelles pièces de rechange sont en stock et lesquelles il faudrait commander
- L'opérateur devrait garder un inventaire écrit de tous les outils et pièces de rechange, et le mettre à jour régulièrement
- Cela épargnera de l'argent parce qu'on achète seulement ce qu'on veut
- L'état des outils et des pièces de rechange montre la qualité de l'opérateur et son travail



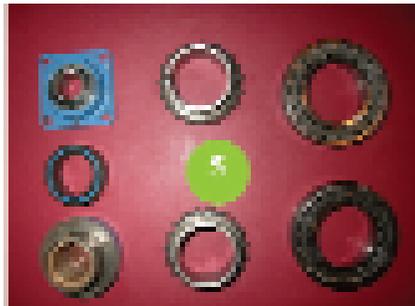
Des outils bien emmagasinés - toujours à portée de main

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Pour le travail fréquent, les outils devraient être à portée de main de l'opérateur
- Les outils sont emmagasinés sur les boîtes à outils et rayons après usage
- Les boîtes à outils et rayons sont propres - c'est aussi bon pour un environnement de travail sans risque
- Le travail est sûrement plus agréable quand les outils sont à portée de main et propres



Outils & lubrifiants propres : essentiel à l'opération et la maintenance



Que dois-je faire pour garder le système en bon fonctionnement ?

- 1 Les outils électriques sont essentiels à la maintenance électrique
- 2 Divers accessoires utiles à une maintenance efficace
- 3 L'équipement de lubrification doit être disponible
- 4 Les pièces de rechange usuelles doivent être gardées en stock
- 5 Les pièces de rechange mécaniques doivent être également gardées en stock

NB :

GARDEZ LES OUTILS ET LES PIÈCES DE RECHANGE PROPRES ET COMPLETS TOUT LE TEMPS !

LES BONS OUTILS RENDENT LE TRAVAIL FACILE !

LES PIÈCES DE RECHANGE EN STOCK RÉDUISENT LES TRAVAUX DE MAINTENANCE !

VERIFIEZ SI LA LISTE DES OUTILS ET DES PIÈCES DE RECHANGE EST COMPLÈTE AU MOINS APRES CHAQUE MAINTENANCE RÉGULIÈRE !



On doit déplacer l'équipement lourd et couteux seulement avec beaucoup de soin

Comment puis-je l'améliorer ?

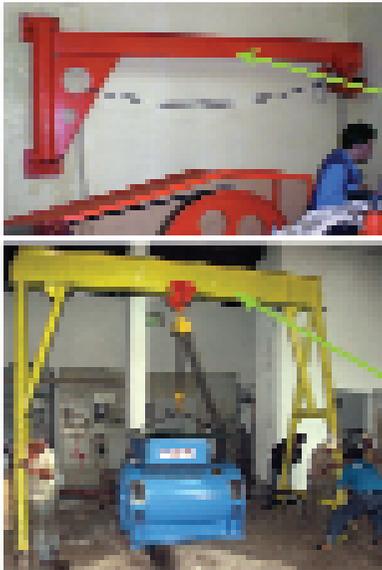
- Utilisez un équipement de relevage approprié
- Alternativement, utilisez un tronc d'arbre suffisamment fort, une pièce de bois ou d'acier, ou un conduit lourd en acier (mais essayez-le d'abord pour voir sa force)
- Utilisez des mousquetons au lieu de nœuds parce que les mousquetons ne s'ouvrent pas pendant le relevage

Pourquoi ?

- Les équipements hydroélectriques sont couteux et difficiles à déplacer
- Un mauvais relevage d'équipement lourd peut mettre l'équipe de travail au risque

NB :

RISQUE DE BLESSURES !



Type de prise mono-
cable fixe

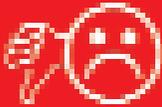


Grue mobile pour
l'équipement plus grand

Deux types d'équipement pour les charges lourdes dans des bâtiments de la centrale plus grands

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Un équipement de relevage fort est essentiel pour l'installation et la maintenance
- Le mouvement et/ou le transport de l'équipement lourd doit être effectué avec soin et selon toutes les procédures de sécurité nécessaires



Trois branches d'arbre - liés ensemble en tripode - ont plutôt l'air fragile

Comment puis-je l'améliorer ?

- De préférence, remplacez ce type de tripode en utilisant des sections en acier ou tubes
- Si possible, utilisez une grue ou un équipement similaire pour déplacer des charges lourdes
- Utilisez des mousquetons au lieu de nœuds pour un relevage sans risque

Pourquoi ?

- Les troncs en bois peuvent se casser lorsqu'on relève des charges lourdes et l'équipement accroché peut être endommagé et blesser l'opérateur

NB :

RISQUE DE BLESSURE !



Un tripode solide est utilisé pour relever une pièce d'équipement lourde

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Un tripode en acier, satisfaisant toutes les conditions de sécurité, y compris une forte chaîne et un crochet en acier, est utilisé pour le relevage et le transport
- L'équipement hydroélectrique lourd et couteux est relevé / transporté très soigneusement

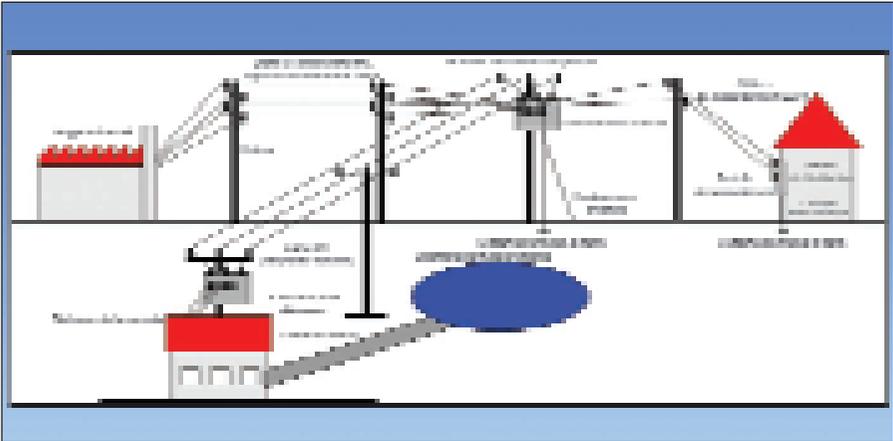
Mais :

- Les pieds de l'ouvrier ont également besoin de protection !



4. Transmission & Distribution

4.1 PRINCIPES DE BASES



Petit réseau isolé

Ce graphique illustre les principaux éléments d'un petit réseau isolé qui sont la ligne de transmission, les transformateurs et la ligne de distribution.

À la centrale électrique, la basse tension du groupe électrogène est transformée par un transformateur élévateur en courant à haute tension, afin de réduire les pertes lors de la transmission de l'électricité sur de longues distances. Dans les petits réseaux isolés avec des distances relativement courtes, élever vers la moyenne tension est souvent suffisant pour la transmission.

D'habitude, la ligne de transmission se termine à un point central dans le village. Là, la tension est transformée par un transformateur abaisseur en courant à basse tension de nouveau et la ligne de distribution permettra la connexion à des maisons et aux petites installations industrielles.

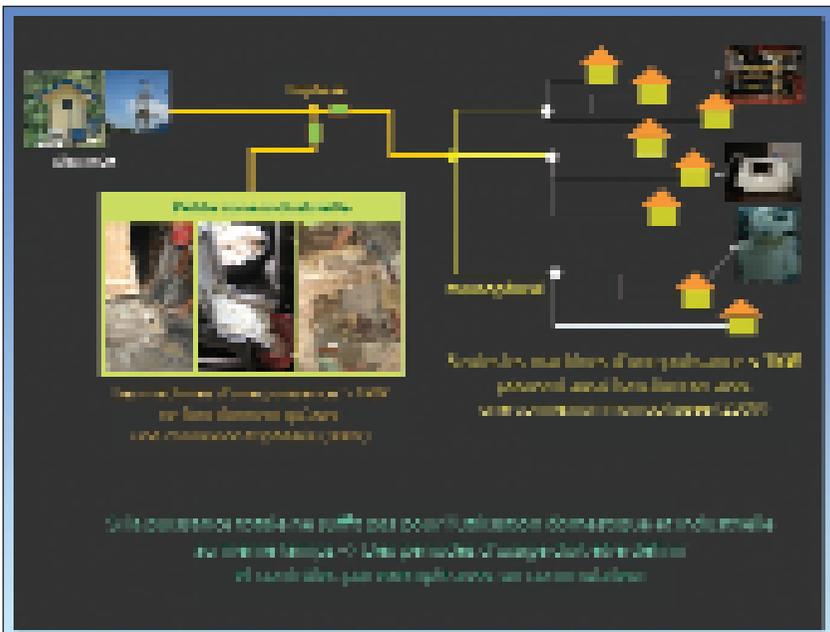
4.1.1 Principes de base pour planifier, concevoir et établir le réseau électrique

Pour une présentation technique correcte d'un système de transmission et de distribution, beaucoup d'expertise et d'expérience est requise. Étant donné que ces travaux ne peuvent être effectués que par des professionnels bien formés et autorisés, pas plus de quelques questions choisies sont énumérées ici :

- Commencez la disposition du réseau à partir de la centrale vers les clients et essayez de rendre service à l'ensemble des consommateurs potentiels
- La distance de la centrale au réseau, et du réseau aux consommateurs doit être aussi courte que possible -> la longueur moindre des câbles permet de réduire les pertes et le coût du système
- Définir l'emplacement des poteaux avec soin -> chercher un endroit sec, un terrain facile et assez de garde au sol de câble
- Une garde au sol suffisante détermine la distance maximale entre deux poteaux. Il ne doit pas dépasser 30 - 50m

- Une garde au sol minimale doit suivre la réglementation locale; pour les lignes à basse tension elle devrait être au moins:
 - 4,5 mètres pour les équipements éloignés de la route
 - 5 mètres à côté des équipements de la route
 - 5,5 mètres à travers les installations de la route
- Pour les lignes à moyenne tension, la garde au sol doit être encore plus élevée. Vérifiez la réglementation locale.
- Définir le type, le diamètre et la longueur appropriés des câbles nécessaires, ainsi que le nombre, le type et les matières des poteaux, y compris tous les accessoires et le matériel au sommet d'un poteau.

4.1.2 Implications de l'utilisation finale productive sur la conception du réseau

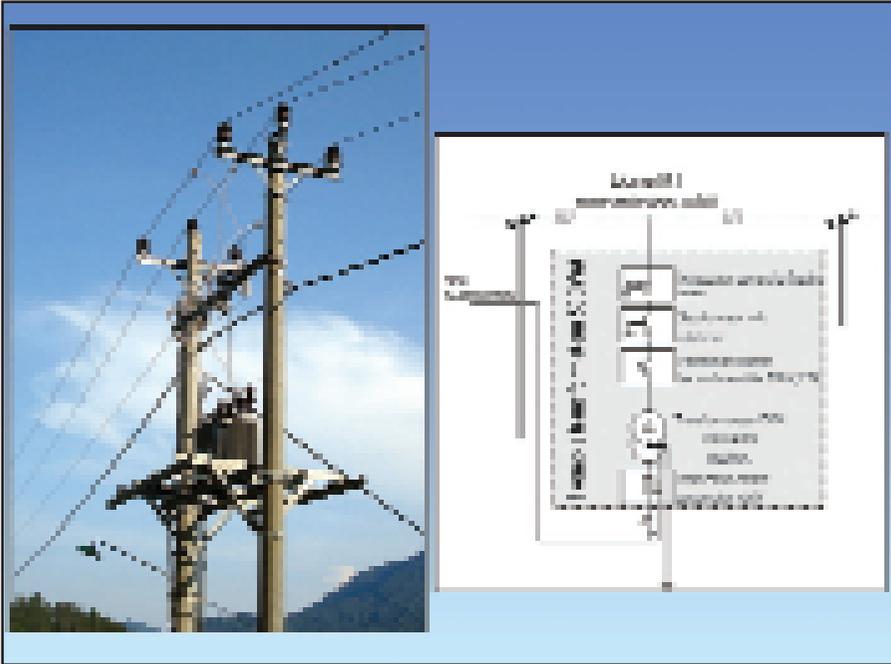


Si l'électricité est utilisée uniquement pour l'éclairage, les téléviseurs et les autres petits appareils électroménagers, la distribution peut être conçue comme un système moyen peu coûteux à 1 phase.

Toutefois, afin de permettre à ses utilisateurs de bénéficier pleinement de la norme MCH, aussi l'utilisation productive d'électricité - qui nécessite souvent des connexions triphasées - doit être possible. Comment cela peut se faire sans fournir à chaque foyer une connexion triphasée est présentée comme exemple dans le graphique ci-dessus.

4.2 PRINCIPAUX ÉLÉMENTS

4.2.1 Station de transformation



Principaux éléments et principes de conception d'une station de transformation

- Ligne de moyenne tension au dessus pour les lignes de transmission plus longues et les courants de petite taille (longueur de ligne supérieure à 1-3 km)
- Eléments de protection (protection contre la foudre, sectionneur, protection contre les surintensités), selon la réglementation locale
- Poteaux en béton avec matériel au sommet du poteau (isolateurs)
- transformateur sur plate-forme surélevée = sécurité pour le public
- Line de distribution à basse tension en dessous de la ligne à moyenne tension pour les lignes de transmission plus courtes et les courants plus élevés (longueur de ligne inférieure à 1-3 km).



Bon exemple d'une station de transformation

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Ligne Le transformateur est hors de portée des humains et des animaux
- Ligne Il est monté assez haut pour que personne ne puisse l'atteindre accidentellement – la garde au sol minimale doit être conforme aux réglementations locales
- Ligne Le transformateur est fixé sur un châssis en acier, tenue par deux poteaux en béton
- Les câbles sont bien arrangés pour une compréhension aisée du système.



Mauvais exemple d'une station de transformation

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Les transformateurs sont à la portée des humains et des animaux, des personnes peuvent être blessées accidentellement
- Le risque de blessures et de décès est élevé
- Le sabotage est facilement possible

Comment puis-je l'améliorer ?

- Les transformateurs doivent être hors d'atteinte
 - soit fixez les transformateurs au moins 4 mètres au-dessus du sol ou
 - protégez la zone avec une forte clôture sur terre
- Chaque transformateur doit être mis à la terre
- Le câblage doit être clair, bien aménagé et installé avec une garde au sol minimale de 4,5 m pour les lignes à basse tension et encore plus pour les lignes à moyenne tension.



Bon exemple d'une station de transformation

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- La clôture convenable protège le transformateur contre les accès non autorisés
- Le transformateur pose sur le terrain rend la maintenance plus facile
- La clôture empêche l'accès par des personnes non autorisées ou des animaux
- La hauteur de la clôture doit être au moins de 2 m
- Une couche de graviers maintient la surface et l'équipement au sec

4.2.2 Poteaux et Lignes de Distribution



Mauvais exemple de poteaux & lignes de distribution

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Le poteau de distribution semble peu sûr, mal construit et n'a pas de support
- La ligne n'est pas libre, les plantes sont très proches des fils
- La distance minimale au-dessus du niveau du sol n'est pas gardée, c'est donc une situation très dangereuse
- Le transformateur est également au niveau du sol; les fils blanc peuvent nuire aux gens et aux animaux

Comment puis-je l'améliorer ?

- Abordez et améliorez ces installations dangereuses uniquement avec des professionnels bien formés et autorisés



Bon exemple de poteaux & lignes de distribution

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le poteau est parfaitement vertical et stabilisé par des haubans
- Tous les câbles sont bien fixés au matériel au sommet du poteau
- La ligne électrique est saine, bien construite et bien soutenue
- La ligne est installée libre, il n'y a aucune maison, aucun arbre et aucune plante à proximité du fil
- La distance par rapport au niveau du sol est ok. Si quelqu'un passe à travers la ligne, il n'y a pas de risque de toucher les dangereux fils nus
- La ligne est construite avec des poteaux en béton, rendant la ligne plus durable et plus robuste
- Les câbles de raccordement sont dans les conduits, et fixés au poteau
- Le panneau est hors de portée des personnes non autorisées.

4.2.3 Connexions de câbles



Mauvaise connexion de câbles

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Les nœuds et les rubans ne sont pas adaptés aux connexions de câbles
- Le serre-câble approuvé est manquant

NB :

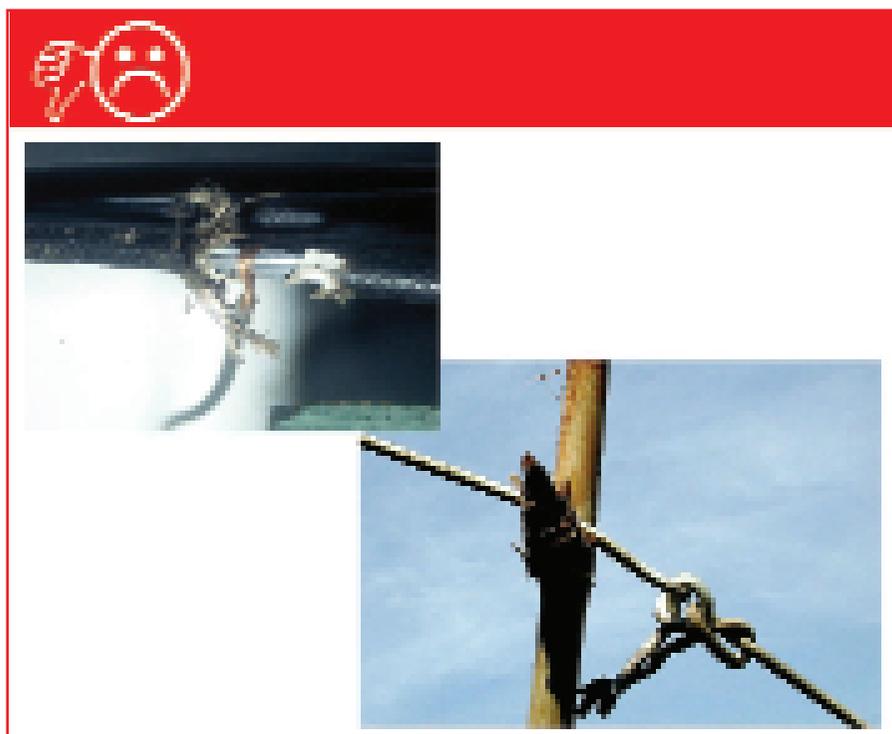
CHAQUE MAUVAISE CONNEXION EST SUJET À UNE CASSURE -> LES CÂBLES TOMBERONT AU SOL CAUSANT UN DANGER POUR LA VIE ET LA PROPRIÉTÉ !



Bonne connexion de câbles

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Ces serre-câbles se composent de deux parties qui sont tendues après l'insertion du câble
- Ces serre-câbles peuvent résister à la tension des câbles entre les deux poteaux
- Utilisez uniquement des dispositifs de serrage approuvés pour éviter des pannes lors du fonctionnement



Mauvaises connexions de câbles

Pourquoi ce sont des mauvais exemples ?

- La connexion est faite avec le câble lui-même, le serre-câble approuvé manque
- Connexion du branchement imprudente, sans serre-câble et sans boîte de connexion
- Le fil nu, sans isolation est un risque élevé de blessure par accident électrique

Comment puis-je l'améliorer ?

- De tels travaux doivent être effectués par des professionnels uniquement
- Utilisez SEULEMENT des pièces et accessoires approuvés pour les connexions des câbles
- Effectuez tous les branchements avec beaucoup d'attention et utilisez une boîte de connexion avec des serre-câbles à l'intérieur

NB:

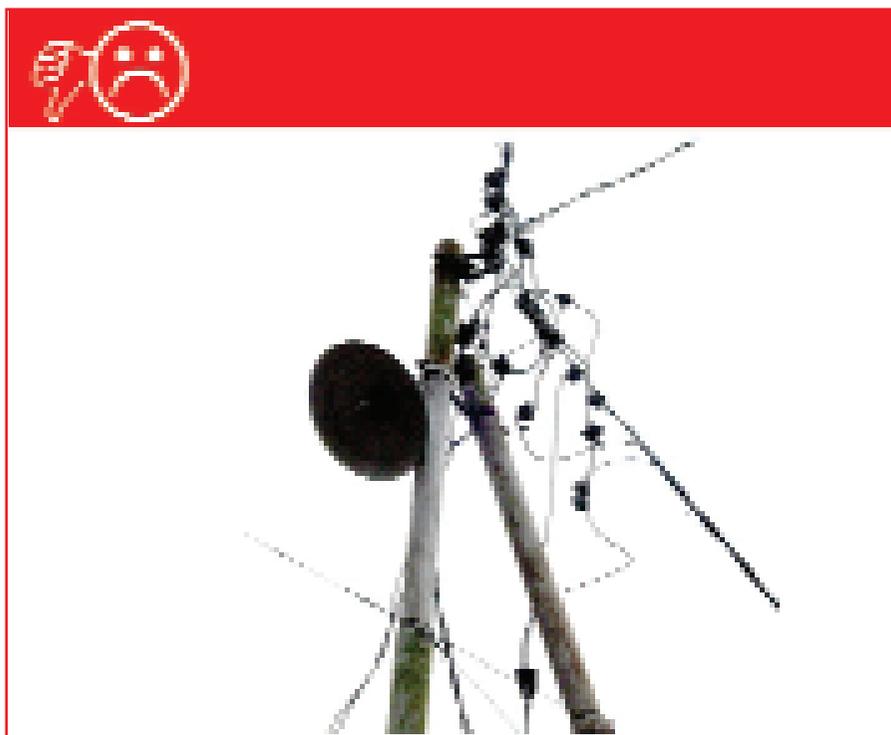
LES CONNEXIONS DE CÂBLE INADÉQUATES SONT UN DANGER POUR LE SYSTÈME ET POURRAIENT CAUSER DES ACCIDENTS OU DES INCENDIES !



Bonnes connexions de câbles

Pourquoi ce sont de bons exemples ?

- Poteau bien conçu et bien construit, type béton mis dans une solide fondation en béton
- Les câbles sont bien disposés et fixés au poteau
- Compartiment avec des fusibles bien construit et sûr
- Les haubans absorbent les forces causées au poteau par les câble



Mauvais exemple d'une connexion de câbles

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Les différents branchements sont disposés de façon désordonnée et déroutent celui qui a besoin de localiser un éventuel échec
- Les câbles traînent sans être fixés

Comment puis-je l'améliorer ?

- Les oeuvres de câblage doivent être effectués uniquement par des professionnels
- Les connexions de câbles doivent être bien faites, par exemple en utilisant un compartiment de connexion avec bornes à l'intérieur.



Bon exemple d'une connexion de câbles

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le câble sous tension est tenu par le serre-câble
- Le serre-câble est fixé au poteau
- Le câble est autour du poteau sans tension

NB:

LAISSER TOUJOURS UNE CERTAINE LONGUEUR DE CÂBLE SANS CRÉER DES TENSIONS ENTRE LES SERRE-CÂBLES !



Mauvais exemple d'un câblage d'un réverbère

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Le câble est sous tension
- La douille est fixée avec le câble d'alimentation lui-même

Comment puis-je l'améliorer ?

- Fixez la douille au poteau et installez le câble sans tension



Bons exemples des installations pour l'éclairage public

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Les câbles électriques sont libres de toute tension
- Les douilles de lampe ne sont pas suspendues aux câbles d'alimentation, mais elles sont attachées aux abat-jours
- Les abat-jours sont fixés sur les poteaux
- Les connexions électriques sont protégés par les abat-jours improvisés
- Des ampoules économiques sont utilisées

4.2.4 Maintenance



Qu'est-ce que je dois faire pour la maintenance du poteau?

- Coupez d'abord l'alimentation
- Vérifiez la stabilité du poteau avant de monter jusqu'au sommet
- Vérifiez également les haubans

Lorsque la stabilité et les haubans sont ok, alors vous pouvez monter jusqu'au sommet, si nécessaire, afin de :

- Vérifier la connexion du câble et la tension du câble (hauteur libre)
- Vérifier le matériel au sommet du poteau
- Nettoyer les isolateurs de la saleté

NB:

VERIFIEZ LES POTEAUX EN BOIS PLUS SOUVENT - EN PARTICULIER S'ILS COMMENCENT À POURRIR !



Bonne sélection d'outils

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Outils pour une bonne qualité de travail électrique pour les lignes de transmission et de distribution ainsi que pour les installations dans la maison
- Pour avoir des travaux électriques bien faits, de bons outils est indispensable
- Les outils indiqués sont nécessaires, en raison de différentes formes et tailles

NB :

POUR CHAQUE FORME ET TAILLE, UTILISEZ L'OUTIL SPÉCIFIQUE !

GARDEZ PROPRES LES OUTILS ET PRENEZ SOIN D'EUX !



5. Installations dans les maisons

5.1 GENERALITES

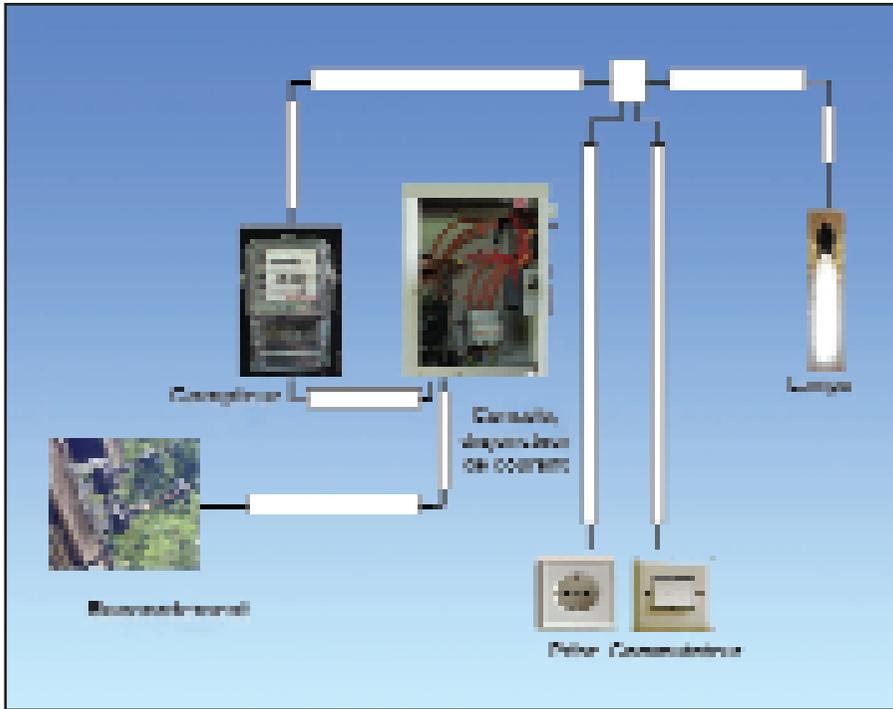


L'électricité - lorsqu'elle n'est pas manipulée avec soin - est très dangereuse pour les personnes et leurs biens

NB:

AFIN D'ÉVITER DES SITUATIONS DANGEREUSES, LES INSTALLATIONS DANS LES MAISONS DOIVENT ÊTRE EFFECTUÉES CONFORMÉMENT AUX RÉGLEMENTATIONS LOCALES ET PAR DES PROFESSIONNELS FORMÉS ET CERTIFIÉS SEULEMENT !

5.2 PRINCIPAUX ELEMENTS



Ce graphique illustre les principaux éléments des installations dans la maison (toutefois, l'électrode de masse comme partie du système de mise à la terre n'est pas représentée ici), qui sont illustrés plus en détail dans ce chapitre.

5.2.1 Branchement de maison



Branchement de maison - mauvais

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Il n'y a pas de distance entre le câble et le toit ; l'isolation sera éventuellement endommagée par le toit
- Cela peut créer des courts-circuits et des incendies

NB :

CET TYPE DE CABLAGE EST TRÈS DANGEREUX - EN PARTICULIER POUR UNE MAISON EN BOIS !

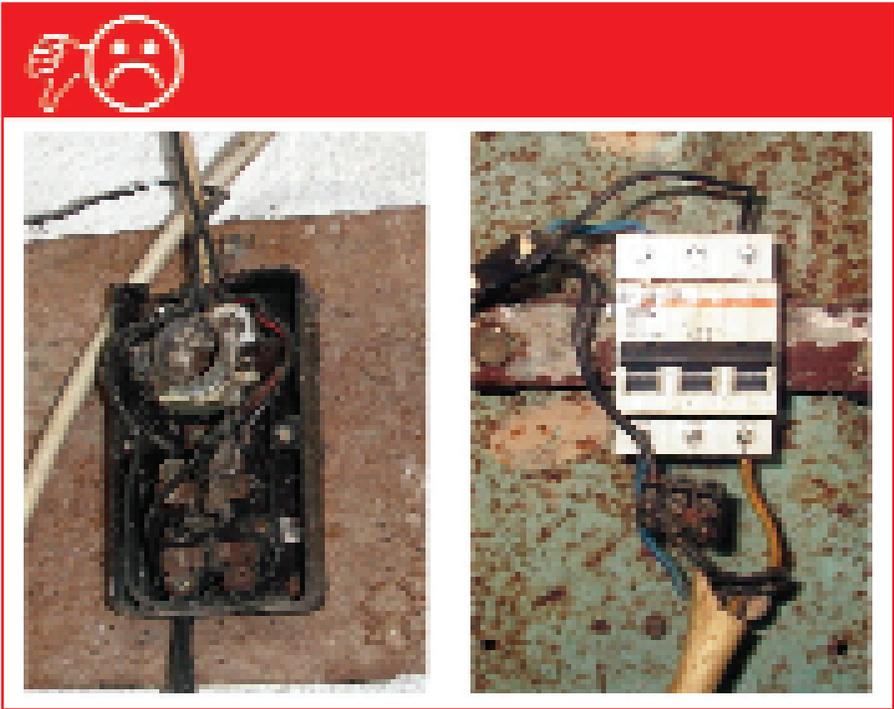


Branchement de maison - bon

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le câble de raccordement est sous tension
- Il est installé assez haut pour être hors d'atteinte
- Le câble entre la connexion et le compteur est sans tension
- Le compteur est bien protégé sous le toit contre la pluie et l'humidité
- Câble fixé avec des pinces à la face inférieure d'une poutre du toit

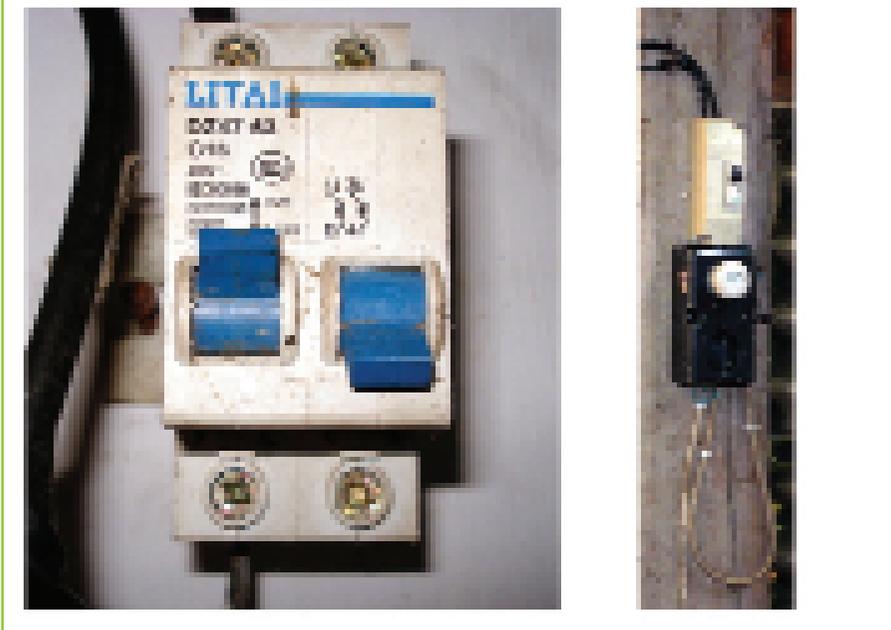
5.2.2 Disjoncteur de courant



Disjoncteur de courant - mauvais

Pourquoi ce sont des mauvais exemples ?

- Le disjoncteur est brûlé parce qu'il manquait de fusible; le fusible a été contourné
- Contourner un fusible est la pire des choses que vous pouvez faire, attaquant directement la vie et les biens
- Ne jamais installer de tels disjoncteurs
- Ne jamais contourner des disjoncteurs

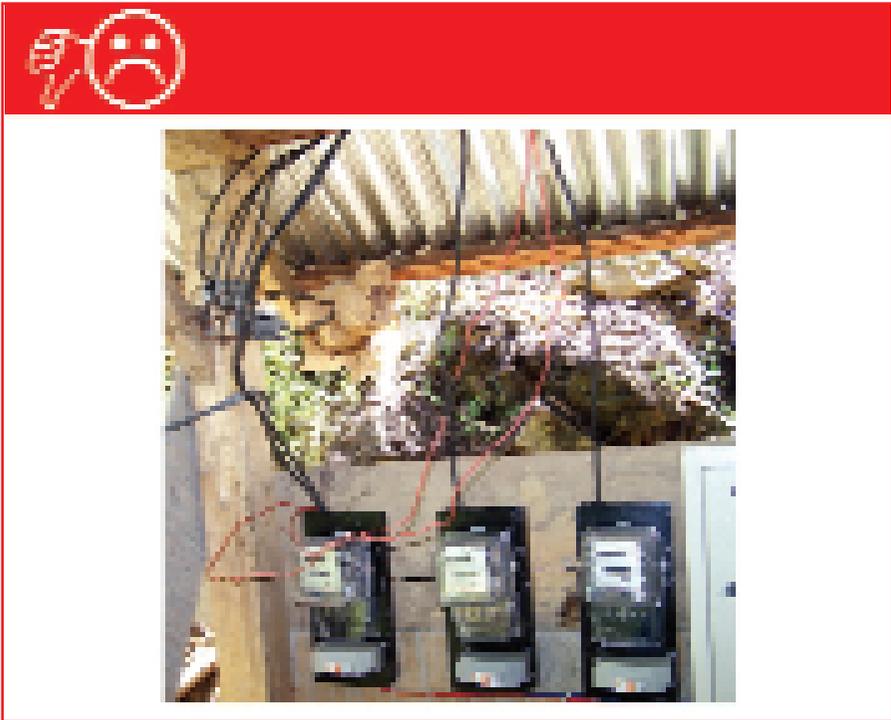


Disjoncteur de courant - bon

Pourquoi ce sont des bons exemples ?

- Les fusibles sont fixés correctement
- Les lignes qui entrent et qui sortent sont bien séparées
- Il n'y a aucune dérivation visible

5.2.3 Comptage



Mauvaise installation des compteurs

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Le câblage doit toujours être droit et bien protégé
- Les fils lâches ou suspendus peuvent causer des pertes de connexion et endommager les isolants

Comment puis-je l'améliorer ?

- Fixez la connexion du câble de raccordement à la maison afin d'éliminer la tension sur les câbles de service
- Le câblage doit être fait par le chemin le plus court et le plus clair possible – droit et protégé dans des gaines de câble



Bonne installation des compteurs

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Les compteurs sont fixés dans une armoire propre et bien protégée contre la pluie et l'humidité.
- Les câbles viennent tous du fond, aucun fil lâche ou suspendu



Mauvaise installation des compteurs

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Les compteurs sont coûteux et doivent être protégés pour rester en marche
- Les fèces des oiseaux touchant les fils électriques peuvent endommager l'isolant et créer un court-circuit.

NB:

NE LAISSEZ JAMAIS LA POUSSIÈRE OU L'HUMIDITÉ SE PROPAGER À PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES !

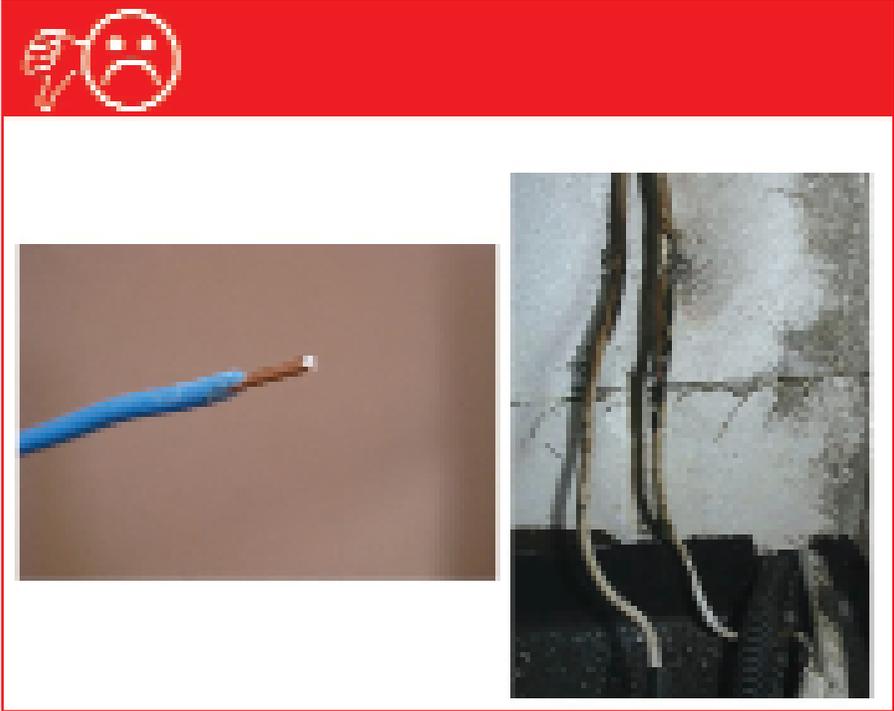


Bonne installation des compteurs

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Le câblage est bien arrangé. Il serait encore mieux de mettre les fils à l'intérieur d'un conduit de câble
- Les compteurs sont scellés
- Les disjoncteurs sont à l'intérieur d'un compartiment

5.2.4 Câblage et installations de la maison



Mauvaises composantes

Pourquoi ces composantes sont-elles défectueuses pour les installations de la maison ?

- Les fils ont seulement une seule couche d'isolant. Quand cet isolant est endommagé, le risqué de danger d'accident est immédiat
- C'est une norme internationale d'utiliser des fils seulement à l'intérieur des armoires électriques clos / compartiments ou s'ils sont fixés à 100% dans les conduits ou canaux de protection
- Tous les câbles sont spécifiés pour l'utilisation seulement jusqu'à une certaine intensité de courant maximale. Apparemment les câbles dans la photo de droite ont été sélectionnés à tort et utilisés pour un courant beaucoup plus élevé, avec un très fort danger d'incendie de câbles.

NB:

NE JAMAIS UTILISER DES FILS !



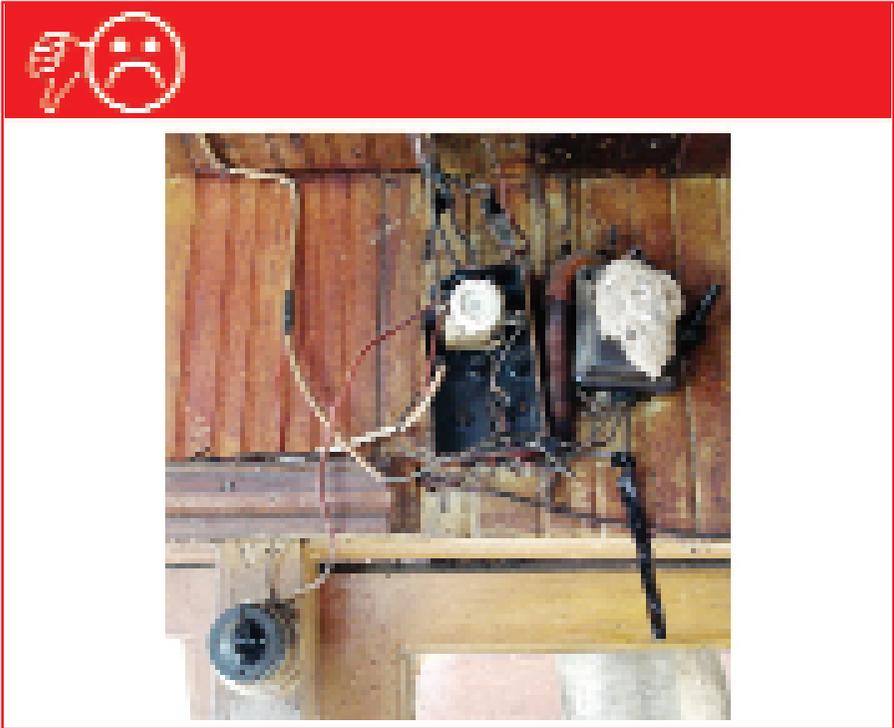
Bonnes composantes

Pourquoi ces composantes sont-elles bonnes pour les installations dans la maison ?

- Les câbles ont un double isolation, avec des fils isolés séparément à l'intérieur
- Selon le courant requis de votre matériel, utiliser toujours le câble approprié avec le diamètre correct
- Contactez un professionnel pour vérifier les réglementations locales en ce qui concerne les diamètres minimums requis pour les différentes installations électriques

NB :

UTILISEZ UNIQUEMENT DES CABLES DE DIAMÈTRE EXACT !



Câblage de maison et connexion - mauvais

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- C'est une situation très dangereuse et l'installation a été faite par une personne sans aucune connaissance de l'électricité
- Des fils sont utilisés au lieu de câbles doublement isolés
- Seulement une question de temps jusqu'à ce que quelqu'un soit blessé et / ou une incendie du câble commence

Comment puis-je améliorer la situation ?

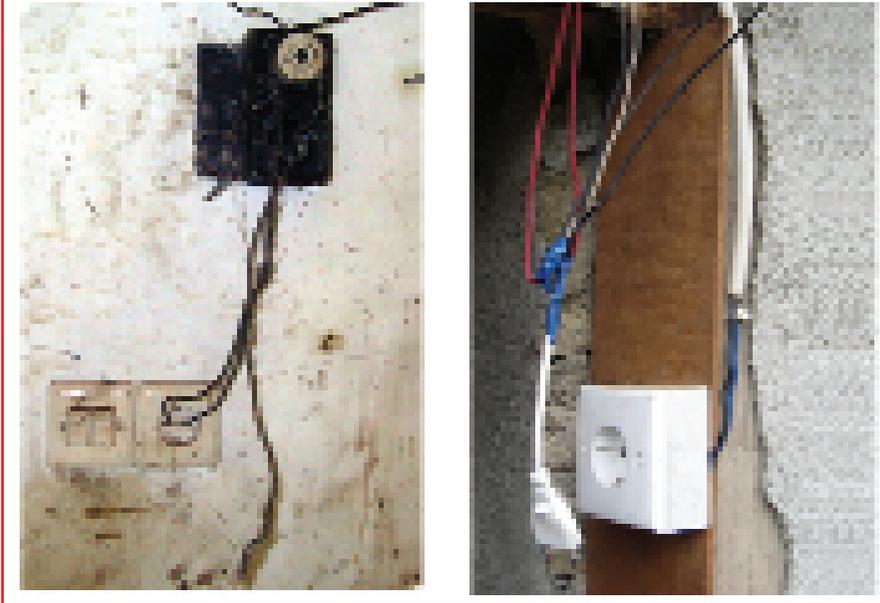
- Contactez un professionnel qui sait comment faire des installations électriques selon les exigences de sécurité



Câblage de maison et connexion - bon

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- Un panneau de service avec des commutateurs et des disjoncteurs
- Les câbles entrants et sortants sont bien fixés sur le mur
- Une bonne installation sur un panneau de service
- Torche en cas de panne d'électricité



Prises, fiches et commutateurs - mauvais

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Ce sont des exemples très dangereux sur la manière dont l'électricité ne devrait jamais être manipulée; cela peut nuire aux humains, détruire les appareils électriques connectés et provoquer un incendie
- Des fils sont utilisés au lieu de câbles, non posés dans un tube/conduit
- Pour allumer/éteindre l'électricité, une prise est utilisée à la place d'un interrupteur

Comment puis-je l'améliorer ?

- Contactez un professionnel qui sait faire des installations électriques
- Sensibilisez les ménages du danger de l'électricité
- Familiarisez les ménages avec des bons exemples pratiques
- Effectuez des inspections régulières dans les ménages (par exemple lors du retrait du tarif de l'électricité) et coupez l'électricité dans les maisons où les règles de sécurité ne sont pas suivies



Prises, fiches et commutateurs - bon

Pourquoi ce sont des bons exemples ?

- Les câbles d'alimentation sont installés dans des conduits pour éviter les dommages ou les défauts
- La prise et les interrupteurs sont du type approuvé
- Les prises sont mises à la terre (c.-à-d. ayant une mise à la terre) qui rend l'utilisation d'appareils plus sûre
- Une bonne fiche est utilisée pour prendre l'électricité à partir de la prise de courant
- Les installations ont été faites par un professionnel



Installations de lampes - mauvais

Pourquoi est-ce un mauvais exemple ?

- Les lampes sont suspendues directement sur les fils électriques, mettant de la tension sur la connexion
- La douille est fixée directement sur un bois sans protection thermique
- Le bois a été déjà chauffé

Comment puis-je améliorer la situation ?

- Vissez les douilles et les autres composants électriques correctement au mur ou au plafond
- Utilisez uniquement des douilles qui peuvent être fixé avec un boulon ou des vis
- Ne gardez jamais les fils sous tension
- Ne laissez jamais sans isolation des fils dénudés



Installations de lampes - bon

Pourquoi est-ce un bon exemple ?

- La douille est fixée à la poutre (soyez sûr qu'il n'y a pas de bois directement sous la douille)
- Il n'y a pas de tension sur le câble
- Un câble (non pas de fils) est utilisé et correctement fixé

6.1 PARTICIPATION ET MOBILISATION DE LA COMMUNAUTÉ



La participation de la communauté est un facteur de succès crucial

Principaux aspects de la participation de la communauté :

- La communauté doit être impliquée dès le début d'un projet, à partir de la première visite du site; dans un cas idéal: la communauté elle-même a pris l'initiative et a proposé la construction d'un ensemble MCH
- Organisez régulièrement des réunions entre la communauté et le consultant au cours de la phase de planification, et entre la communauté, le consultant et l'entrepreneur pendant la phase de construction des intervalles d'une semaine, pour informer de et coordonner toutes les activités, et pour donner aux parties l'occasion de discuter des conflits potentiels (indemnisation des dommages aux biens, etc.) ; assurez que les femmes aient la chance de participer activement et de contribuer aux discussions
- Tenez au courant tous les acteurs concernés (entrepreneur, officiels, etc.) des dernières évolutions et des plans -> assurez que la communauté et les villageois ne reçoivent pas différentes informations provenant des sources différentes
- précisez bien quelle partie devrait contribuer à quoi (participation financière et technique pour le projet, la contribution du village , etc.)



Réunion du village pour discuter les sujets de la MCH

- Précisez bien que la contribution des villageois aux travaux de construction, soit en espèces ou en main d'œuvre, est une condition de la mise en œuvre du projet. La contribution des villageois renforce de façon significative leur sentiment de possession de l'installation. Toutefois, assurez que cette contribution est raisonnable et dans leur capacité (par exemple : la contribution en main-d'œuvre par la communauté pendant les périodes de récolte sera très limitée)
- Communiquez les informations sur des questions techniques, institutionnelles et environnementales : nécessité de gestion et fonctionnement du système MCH, protection du bassin versant, résolution des conflits sur l'utilisation de l'eau, etc.
- Ne suscitez pas de fausses attentes dans la communauté au sujet du projet MCH (par exemple, la communauté doit comprendre et être au courant des limites de l'alimentation électrique pendant la saison sèche) -> transparence
- Lors de la présentation du projet, il faut toujours considérer et mentionner explicitement les coûts associés non couverts par le projet (par exemple le système de comptage par ménage, le matériel d'atelier pour une utilisation productive de l'énergie, le câblage dans le ménage) -> les gens doivent toujours être au courant de tous les coûts liés au projet.

Participation des femmes



- Les femmes sont très souvent plus fiables et expérimentées dans la gestion des finances des ménages et donc plus qualifiées en tant qu'aide-comptable des finances MCH pendant la phase de l'opération
- D'habitude, les femmes ont tendance à avoir une compréhension plus profonde de l'importance de la mise en œuvre et de l'exploitation durable du MCH ainsi que de l'amélioration conséquente de leurs conditions de vies et de leurs enfants. Par conséquent, les femmes ont généralement un intérêt beaucoup plus grand de voir le projet mis en œuvre et bien entretenu, faisant d'elles de groupe prioritaire pour s'occuper de la mobilisation de la communauté
- Les agents du projet sont en mesure d'insister sur la présence des femmes pendant toutes les réunions, même si ce n'est pas courant dans la culture et la tradition -> Le projet MCH est une «innovation» et peut donc être introduit d'une façon "innovante"
- Encouragez les femmes à exprimer leurs avis et suggestions concernant le système MCH, ainsi que l'utilisation productive de l'énergie

Questions clés en matière de mobilisation et participation de la communauté



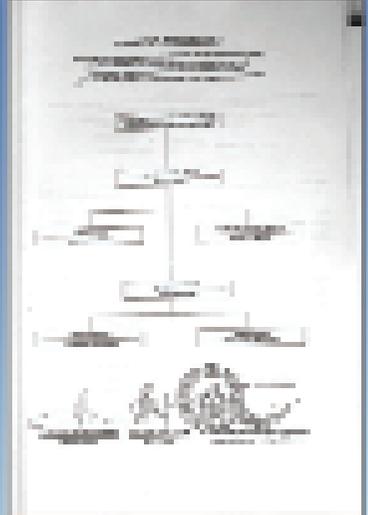
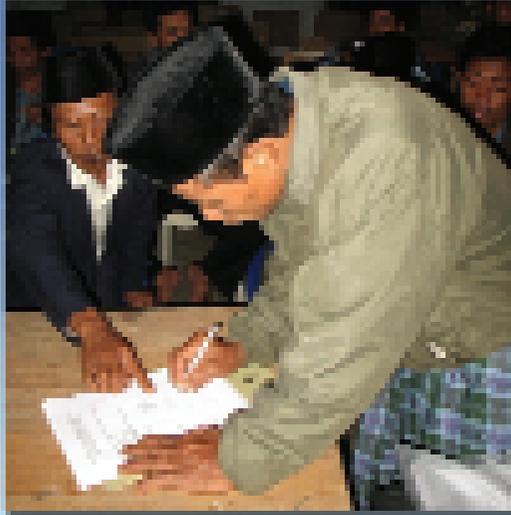
- Qui est important pour qui et quand ? Considérez si pour certaines questions des réunions séparées avec les hommes et les femmes sont utiles (en fonction aussi du nombre total des personnes et des installations disponibles)
- Combien de temps est nécessaire pour quel type de rencontre ? Prenez votre temps pour les réunions communautaires! La MCH pourrait être un concept très nouveau pour la communauté aboutissant à de longues discussions
- Quelles décisions doivent être prises à quel stade du projet ? Mentionnez les échéances importantes (calendrier prévu du projet, début de l'opération, ouverture d'un compte bancaire, etc.). Établissez un plan d'action pour les activités nécessaires de la communauté (processus d'enregistrement légal, définition des droits d'utilisation des terres, indemnisation, apport de main-d'œuvre)
- Quelle langue parle-t-on dans le village et quel est le niveau d'éducation ? ->Sélectionnez en conséquence le personnel et les médias
- Utilisez des vidéos, des images pour une compréhension faciles des gens ! Si on utilise des présentations en Power Point, présenter seulement des textes courts et concis avec de nombreuses photos
- Limitez les présentations à l'essentiel et laisser suffisamment de temps pour les discussions, questions, commentaires des villageois

Questions clés en matière de mobilisation de la communauté



- Planification et construction du système MCH et la définition des devoirs de la communauté au cours de ces étapes
- Identification du personnel de gestion et d'opération. Le personnel de gestion doit être nommé à un stade précoce du projet pour coordonner avec les entrepreneurs et pour organiser la participation de la communauté. Le personnel d'opération devrait participer à l'installation des équipements électromécaniques
- Identification des mesures de formation pour le personnel d'opération et de gestion
- Activités relatives à l'utilisation productive de l'électricité (atelier de sensibilisation, mesures de renforcement des capacités)
- Définition de la contribution requise de la communauté (contribution en espèces ou en main-d'œuvre, mise en place d'une institution, sélection du personnel, ouverture et gestion d'un compte bancaire pour le fonctionnement et la maintenance, système tarifaire et de sanction, développement d'une utilisation productive ...)
- Clarification sur les droits d'utilisation des terres/d'eau
- Indemnisation des propriétaires des terres (par exemple: dommages à la propriété).
- Clarification de l'utilisation d'eau pour éviter les conflits ultérieurs entre l'utilisation d'eau pour la production d'électricité et l'irrigation ou l'alimentation en eau

6.2 STRUCTURE INSTITUTIONNELLE



Questions clés en matière de mise en place institutionnelle

- Quand on veut qu'une organisation à base communautaire reprenne la propriété du système et aussi la responsabilité pour son fonctionnement, de préférence, on doit utiliser une organisation déjà existante (par exemple: la coopérative gérant le système d'irrigation dans le village). Si une telle organisation n'existe pas, identifiez une structure institutionnelle et organisationnelle adaptée au projet MCH selon les conditions locales
- Au sein de l'organisation on doit donner à chaque personnel des tâches spécifiques d'opération et de gestion (OM). Une dotation typique en effectifs ressemble au suivant:
 - o 2 opérateurs (obligatoires)
 - o 1 comptable (obligatoire)
 - o 1 chef de direction (facultatif)
 - o 1 secrétaire (facultatif)
- Identifiez le personnel OM approprié (voir ci-dessous)
- Clarifiez les questions juridiques et réglementaires concernant l'enregistrement formel de la communauté en tant que propriétaire, opérateur et bénéficiaire du projet
- Pour chaque poste, une description détaillée des tâches devrait être rédigée et rendue accessible pour les clients

- Il faut se mettre d'accord sur le salaire pour chaque poste
- Suivant la taille du système, on peut employer le personnel à temps partiel ou à plein temps
- Les opérateurs doivent gagner plus car leurs tâches sont lourdes, plus difficiles et prennent plus de temps
- Si les salaires sont trop bas, ils n'attirent pas et/ou ne motivent pas les gens ayant les compétences requises pour faire un bon travail
- Mais si les salaires sont trop élevés, ils peuvent difficilement être couverts par les paiements des tarifs
- Le salaire doit être compétitif pour éviter la migration de personnel qualifié
- La communauté doit se mettre d'accord sur un système de tarif raisonnable couvrant tous les coûts prévus
- La communauté doit se mettre d'accord sur un système de sanction en cas de retard ou de non-paiement des tarifs
- Définissez et percevez un droit initial de tous les clients pour couvrir le premier paiement des salaires et comme un signe d'engagement de la communauté

Sélection du personnel de gestion et d'opération



- La sélection de personnel qualifié est essentielle pour une opération durable du système!
- Le personnel doit être sélectionné en considérant les éléments suivants:
 - Compétences techniques et éducation
 - Savoir-faire en matière de comptabilité, etc.
 - Expérience pertinente, longue et variée dans le domaine
 - Tendance à rester longtemps dans le village
 - Ne choisissez pas des candidats qui ont l'intention de s'éloigner à l'avenir (par exemple: les jeunes gens non mariés sont plus enclins à s'éloigner)
 - Impliquer les femmes autant que possible

NB :

CHOISISSEZ DES PERSONNES DIGNES DE CONFIANCE !

6.3 RENFORCEMENT DE CAPACITE ET FORMATION



Aspects d'un renforcement des capacités efficaces et formation :

- Organisez une formation et un renforcement de capacité de façon interactive et participative en dehors des réunions de villages en petits groupes
- Dans le cas de plusieurs villages dans une zone, rassemblez les opérateurs, les comptables et les secrétaires pour un atelier de formation commun
- Pour la formation en petits groupes ainsi que l'atelier de formation, utilisez des moyens de démonstration / des supports visuels comme le journal de bord, les classeurs de comptabilité, etc.
- Si possible invitez un opérateur / secrétaire d'un système MCH existant et organisez une visite à un système MCH en opération, avec quelques représentants du village (de préférence le personnel OM sélectionné) -> Cela permettrait de faciliter un échange direct
- Distribuez des certificats pour ceux qui ont suivi une formation avec succès afin d'élever leur statut social et, de ce fait l'influence qualifiée sur la MCH

6.4 POLITIQUE SUR LES TARIFS



Pour toute sorte de réparations et pièces de rechange des équipements électromécaniques



Pour la réparation des ouvrages civils



Pour les outils, lubrifiants, etc.

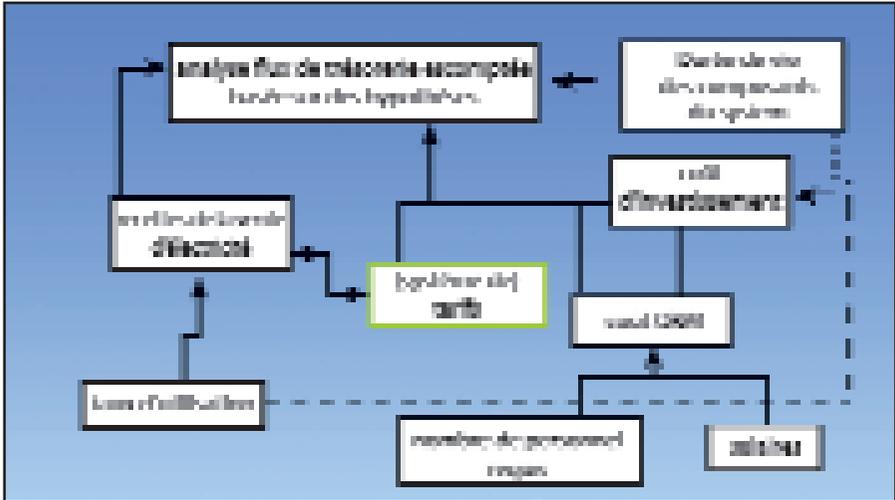


Pour les salaires des employés

Seul le carburant est gratuit - a part ça il coûte beaucoup pour faire marcher une MCH en bonne condition

C'EST POURQUOI DES RECETTES TARIFAIRES SUFFISANTS ET RÉGULIERS SONT NÉCESSAIRES !

Éléments à considérer pour le calcul des tarifs :



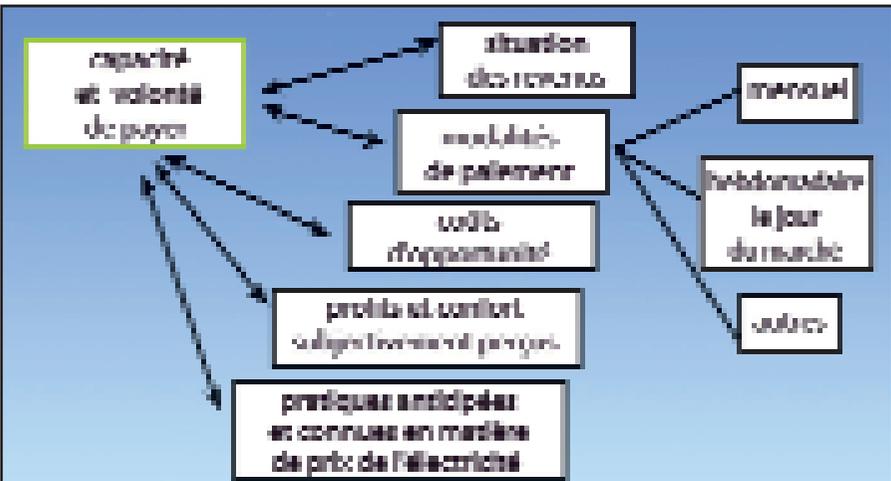
- Le tarif doit être basé sur le principe de recouvrement des coûts (coûts d'unité à long terme) afin d'assurer la viabilité de la MCH et devrait refléter l'utilisation de l'énergie par les clients (somme forfaitaire à prélever par appareil ou par kWh dans le cas des compteurs d'électricité)
- Les communautés villageoises pauvres ne peuvent souvent pas se permettre de payer l'investissement initial de la MCH et dépendent ainsi des subventions. Dans ces cas, l'investissement ne devrait jamais être totalement couvert par la subvention mais nécessite toujours des contributions des villageois (en espèces ou en nature) pour renforcer leur sentiment de propriétaire
- Payer des subventions pour couvrir les frais de fonctionnement est absolument contre-productif et ne devrait jamais être une option! Cela rendrait le fonctionnement de la MCH trop dépendant des facteurs au-delà de l'influence du village et réduirait le sentiment de propriétaire et d'appréciation de l'électricité
- La génération de revenus par l'utilisation productive de l'énergie améliore la capacité des consommateurs à payer; souvent les tarifs plus élevés peuvent être payés pour des utilisations finales de production
- Le système tarifaire devrait également fixer les augmentations de tarifs réguliers (par exemple: augmentations annuelles) afin de compenser les augmentations de prix des pièces détachées, etc. à cause de l'inflation
- Fixez les frais de pénalité pour le retard de paiement, le gaspillage d'électricité, etc.
- Le tarif doit être fixé en se basant sur un calcul correct de flux de trésorerie. Avec un ordinateur portable et une un vidéoprojecteur, le processus d'évaluation et de s'entendre sur un tarif approprié peut effectivement être facilité en changeant différents chiffres des données dans un tableur afin de voir et d'examiner immédiatement les conséquences devant une réunion des villageois

- Pour fixer un tarif approprié, on doit considérer toutes les dépenses futures prévues :

	% des recettes à assigner
Salaires pour tout le personnel (opérateurs, comptable, etc.)	Environ 30-40%
Dépenses pour une routine journalière d'opération et de gestion (outils, petites pièces de rechange, lubrifiant, papeterie pour la comptabilité, etc.)	Environ 5-10%
Epargne pour des réparations sérieuses et achat de grandes pièces de rechange plus -> en tant que réserve en compte bancaire	Environ 5-10% Environ 50-60%

Capacité et volonté de payer.

Le tarif devrait être conforme à la capacité et la volonté des consommateurs de payer. La capacité et la volonté de payer est ainsi influencée par :



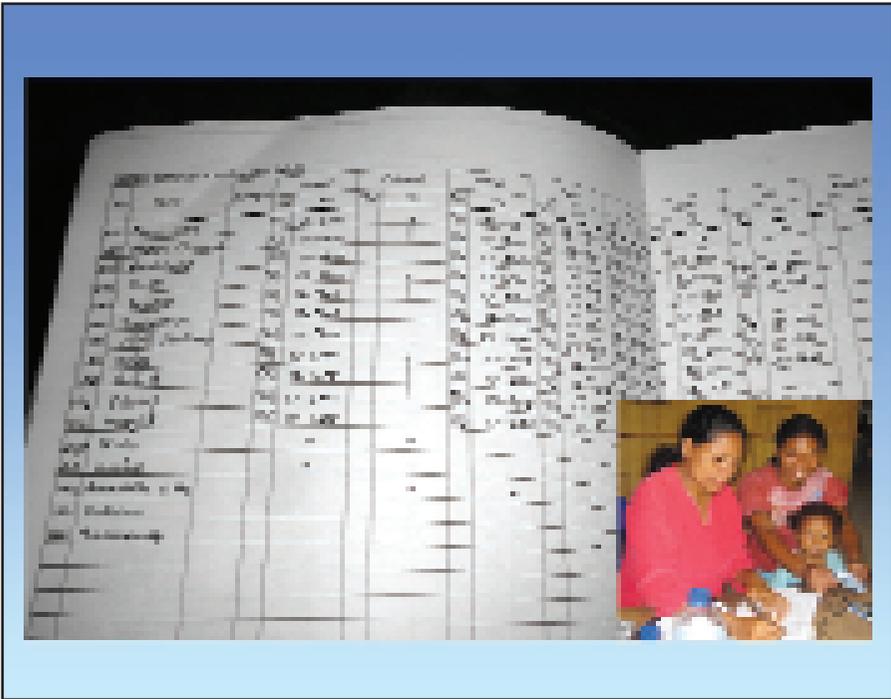
NB :

POUR ÉVALUER L'ABORDABILITÉ, COMPAREZ LE TARIF AVEC LES AUTRES DÉPENSES DES MÉNAGES (PAR EXEMPLE: LE PÉTROLE POUR LES LAMPES, LES CIGARETTES, ETC) !

LES FEMMES DEVRAIENT ÊTRE LE GROUPE PRIORITAIRE POUR DISCUTER DES DÉPENSES. ELLES ONT SOUVENT UNE MEILLEURE COMPRÉHENSION ET PRISE DE CONSCIENCE DES COÛTS RÉELS DE LA VIE !

EN CE QUI CONCERNE LA VOLONTÉ DE PAYER, IL POURRAIT ÊTRE NÉCESSAIRE DE PRÉCISER QUE "L'ÉLECTRICITÉ BON MARCHÉ SIGNIFIE AUCUNE ÉLECTRICITÉ" !

Options de comptage et de recouvrement de tarif



Tous les consommateurs paient régulièrement un tarif qui est assez élevé pour couvrir tous les coûts de la MCH

- Compteur standard en kWh (juste et transparent, mais coûts relativement élevés pour le matériel et le relevé du compteur)
- Compteur numérique en kWh (tarifs liés à l'heure et au montant, mais coûts élevés et lecture/facturation techniquement complexes)
- Systèmes prépayés (juste et transparent, pas de lecture du compteur, mais coûts élevés et moins infalsifiable)
- Limiteur de courant (pour limiter la demande de pointe, pas de lecture de compteur, très bon marché, mais danger de fraude et de vol, et heure d'utilisation non prise en considération)
- Taux uniforme (pas de coût matériel, mais a besoin de beaucoup de contrôle social pour éviter le gaspillage d'électricité, le risque de maxima élevés en raison d'absence de contrôle de charge)

6.5 GESTION FINANCIÈRE



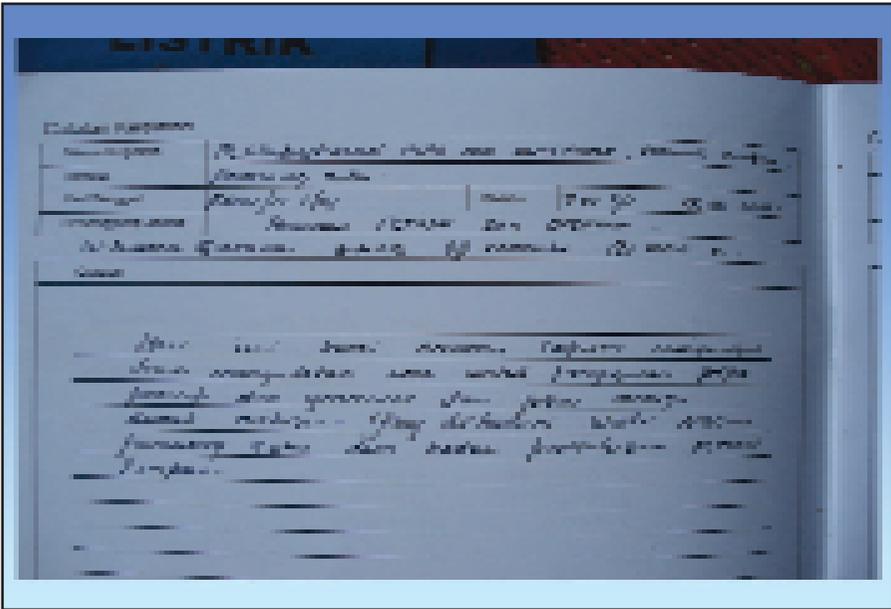
Comment gérer les finances ?

- Tous les paiements doivent être enregistrés dans un livre et sur les cartes des clients, et doivent être signés par le client et le comptable de vérifier le paiement
- Toute transaction financière doit être enregistrée dans un livre de caisse
- Demandez des reçus pour les recettes et les dépenses, numérotez-les et conservez-les dans un classeur
- Ouvrez un compte bancaire (au nom de l'organisation) pour lequel 2 personnes (pour le contrôle mutuel) doivent contresigner pour tout retrait d'argent
- Déposez les recettes aussi souvent que possible (par exemple: chaque mois) dans le compte
- Vérifiez le solde de fonds (également dans le compte bancaire)
- La transparence est d'une importance cruciale pour maintenir la confiance et soutien des gens et pour résoudre les problèmes qui pourraient surgir- le comptable / trésorier doit être une personne très digne de confiance.

NB:

**LES TRANSACTIONS FINANCIÈRES DOIVENT ÊTRE TRANSPARENTES !
GARDEZ TOUS LES REVENUS DANS UN COMPTE BANCAIRE !**

6.6 SUIVI ET DOCUMENTATION



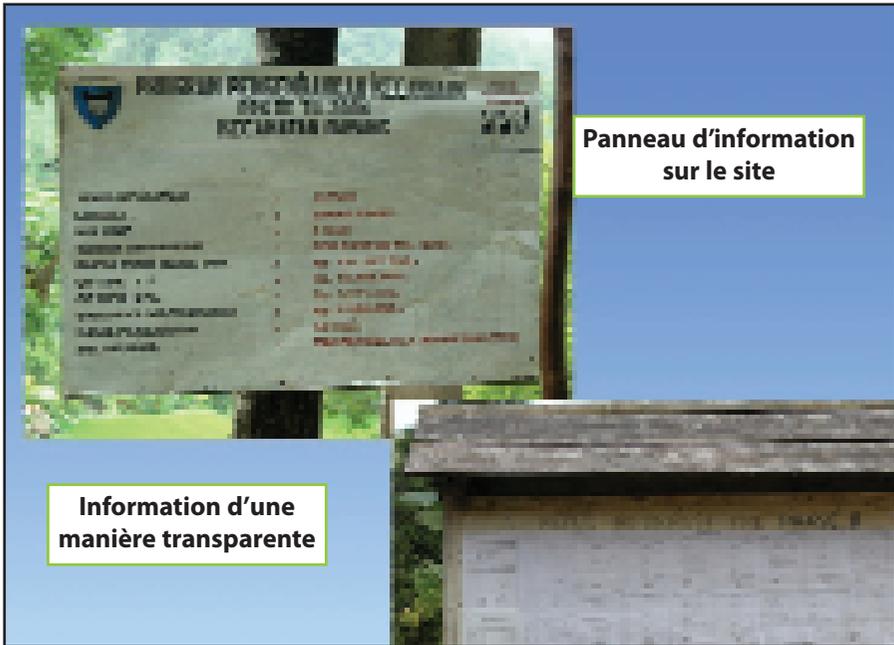
Toutes les activités importantes, réunions, etc. sont notées dans le journal de bord

Qu'est-ce qu'il faut surveiller et documenter, et pourquoi ?

- Un dossier complet de routine O&M et aussi de tous les événements inhabituels survenus dans le système facilitera la résolution des problèmes, par exemple lorsque des experts de l'extérieur du village sont consultés pour une assistance
- Toutes les parties de génie civil et électromécaniques d'un système MCH doivent être inspectées périodiquement -> les résultats importants de ces activités de surveillance doivent être enregistrés dans le journal de bord
- Les protocoles des réunions communautaires liées au système MCH devraient être enregistrés dans le journal de bord, y compris les décisions, accords et conclusions importants
- Des actions et événements importants en matière de finances, comptabilité et administration doivent également être enregistrés dans le journal de bord

NB:

UN SUIVI ADÉQUAT ET DE BONS DOSSIERS RENDENT L'OPÉRATION ET LA MAINTENANCE DES OUVRAGES PLUS FACILES ET RENFORCENT LA CONFIANCE DU CLIENT !



Information publique sur des panneaux près de la MCH et au village

Publication des informations sur la MCH

- Tous les consommateurs doivent être tenus informés des activités de gestion et des opérations du personnel, des difficultés rencontrées, de la planification pour l'avenir, etc., soit par des réunions et / ou par de rapports sur les panneaux d'information
- Si les gens sont mieux informés, leur compréhension et leur acceptation sont meilleures, et leur motivation à payer régulièrement les factures d'électricité est élevée (ils ont le droit de savoir ce qu'on fait de leur argent)
- La transparence augmente l'acceptation et la satisfaction des consommateurs
- Publiez les procès-verbaux des réunions communautaires sur le système MCH, les rapports de l'opérateur et du comptable, le solde des fonds (recettes et dépenses), et le solde du compte bancaire, l'état des paiements des tarifs, etc.
- La transparence des rapports sur les questions financières aide à établir et à maintenir la bonne gouvernance et à prévenir la corruption



7. Utilisation de l'Energie



Choisissez toujours les appareils efficaces en énergie

Que faire pour avoir une utilisation efficace de l'énergie ?

- Choisissez autant que possible des ampoules et des appareils efficaces en énergie. Il y a tous les types d'ampoules efficaces en énergie sur le marché. Leur prix est élevé, mais elles durent beaucoup plus longtemps, ont besoin de moins d'énergie et aident à épargner beaucoup d'argent avec le temps
- Lorsque vous achetez des appareils électriques (réfrigérateur, cuiseur à riz, etc.), il faut regarder la puissance en watts et demander des modèles efficaces en énergie. N'hésitez pas à demander de l'aide de votre opérateur local de MCH
- Eteignez la lumière et débranchez les autres appareils légers si vous ne les utilisez pas
- Peignez les murs de la maison avec des couleurs claires comme le blanc. Cela permettra d'intensifier l'effet de la lumière

NB:

ÊTRE ECONOMIQUE EN ÉNERGIE AIDE À RÉDUIRE LA CHARGE MAXIMUM ET LA SURCHARGE DE LA MCH !



**Râpe électrique
des noix de coco**

**Râper les noix de coco à la main
demande trop
de temps**



**Battage par une
machine entraînée
par une turbine**

**Battage à la
main fatigant**

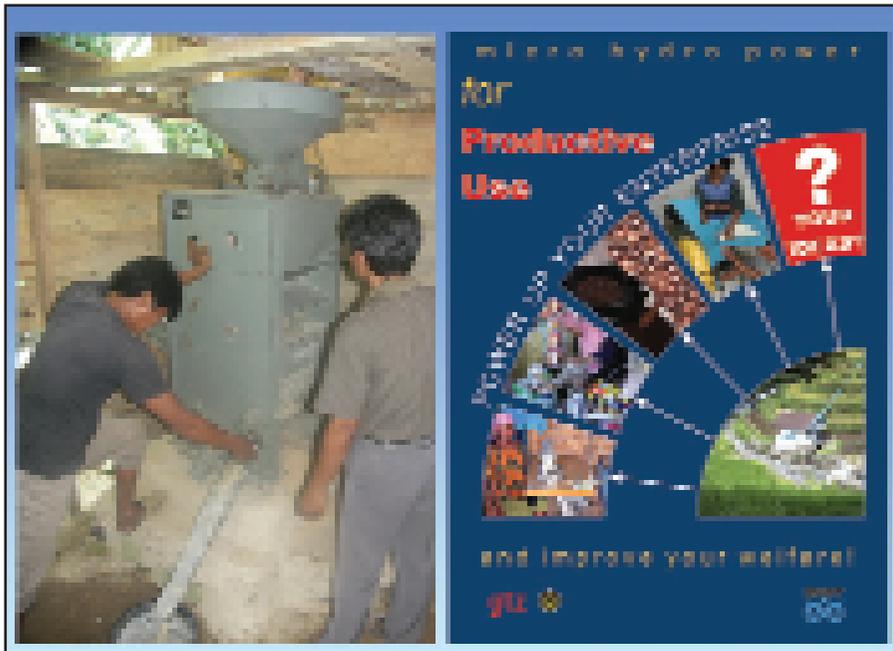


**Production de sucre brun
avec bois de chauffage**



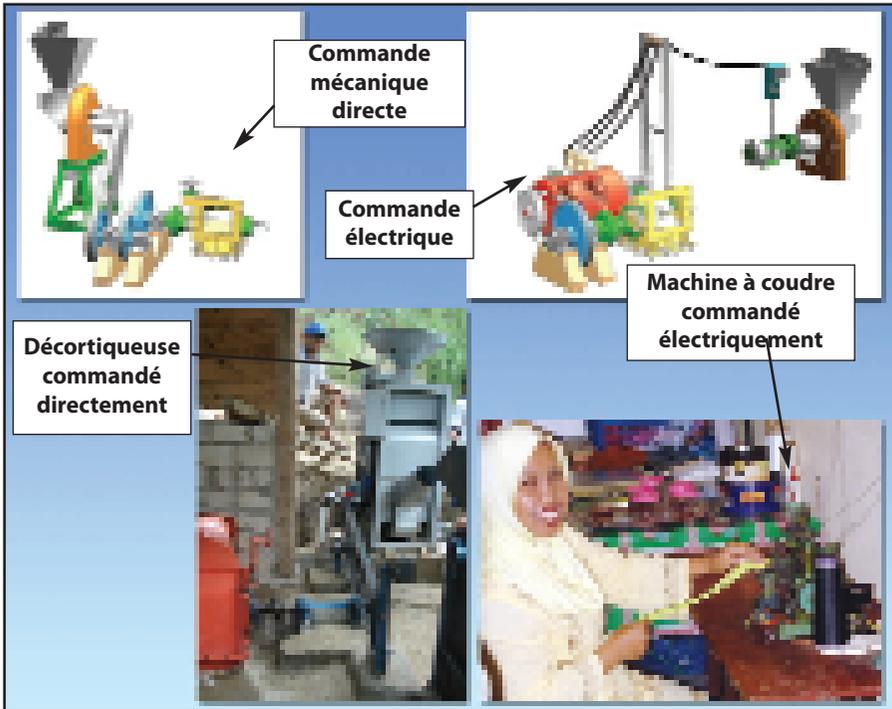
**Cuisinière électrique
pour la transformation**

Obtenez le maximum d'avantages avec la MCH: Utilisez-la de manière productive!



Pourquoi une utilisation productive est-elle si importante ?

- Une fois que la MCH est construite, elle fournit de l'énergie à un coût relativement faible. Dans la plupart des cas, utiliser la MCH plus n'augmente pas ses coûts. Par conséquent, elle devrait être utilisée plus - surtout pendant la journée lorsqu'on n'a pas besoin d'énergie pour l'éclairage dans les ménages. L'utilisation productive est très bénéfique, car elle utilise généralement les heures de la journée pour obtenir une valeur ajoutée et pour créer des revenus supplémentaires ou pour réduire la charge de travail
- Une MCH utilisée de manière productive peut remplacer les groupes électrogènes diesel, par exemple pour la moulure. Le diesel et l'essence sont aujourd'hui coûteux et nocif pour l'environnement
- Les recettes supplémentaires de la vente d'énergie à tout type d'entreprise améliore les flux de trésorerie du système MCH de manière significative et permet ainsi une exploitation plus durable
- Développez des idées sur la façon d'utiliser l'énergie / l'électricité à partir du système MCH pour les appareils permettant de réduire votre charge de travail et pouvant générer des revenus supplémentaires (par exemple: moulin à café et le vendre à prix plus élevé que les haricots, préparer du sucre brun avec des cuisinières électriques économisant l'utilisation du bois de chauffage, production des meubles avec des machines de menuiserie électriques, atelier de soudure, atelier de couture, etc.)



Commande mécanique directe ou électrique

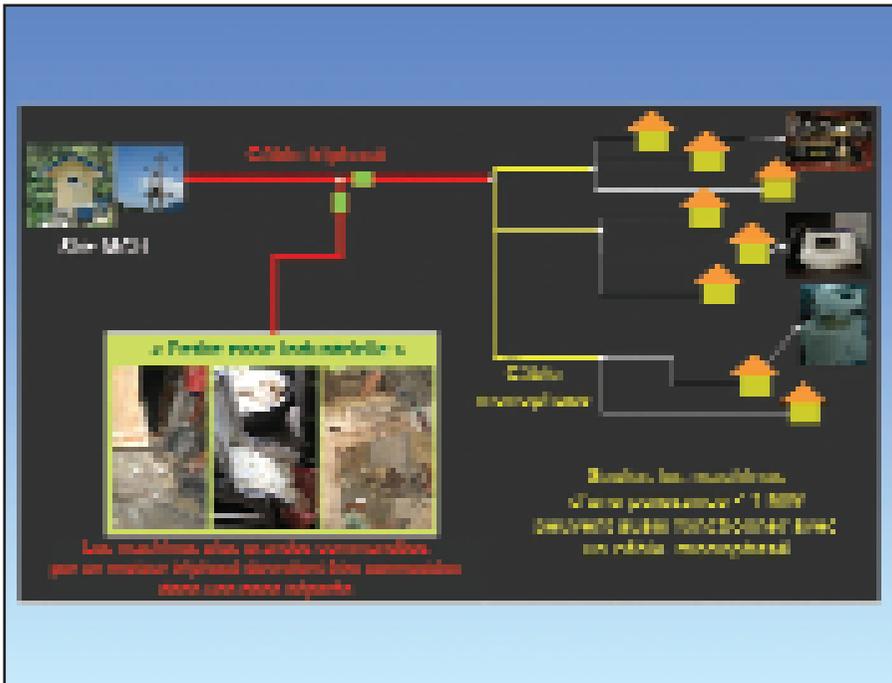
Quelles sont les options techniques de base pour une utilisation productive de l'énergie ?

- Les machines plus grandes (batteuse, décortiqueuse, broyeur, etc.) peuvent être commandées soit directement par la turbine ou par l'électricité
- Avantages et désavantages de la commande directe: techniquement facile, aucun moteur requis, moins de pertes de conversion, le système peut être contrôlé manuellement, mais la/les machine(s) doit/doivent être installée(s) à l'intérieur de la centrale, le générateur ne peut pas être actionnée simultanément
- Avantages et désavantages de la commande électrique: la/les machine(s) peut/peuvent être installée(s) presque partout, l'approvisionnement en électricité des ménages simultanée est possible si la capacité totale est suffisante, mais techniquement un système de contrôle plus sophistiqué pour la MCH est nécessaire (!), moteur électrique nécessaire (coût supplémentaire), des pertes de conversion de 30-60%, pour un courant de démarrage le moteur pourrait avoir besoin de 3-5 fois plus de puissance (!), pour les machines plus grandes on a besoin d'une alimentation triphasée
- Une combinaison de commande directe et de production d'électricité peut être la solution à moindre coût fournissant une utilisation productive dans la centrale au cours de certaines périodes et un approvisionnement en électricité pour les ménages au cours du reste de la journée



Qu'est-ce qu'il faut prendre en considération pour une utilisation productive ?

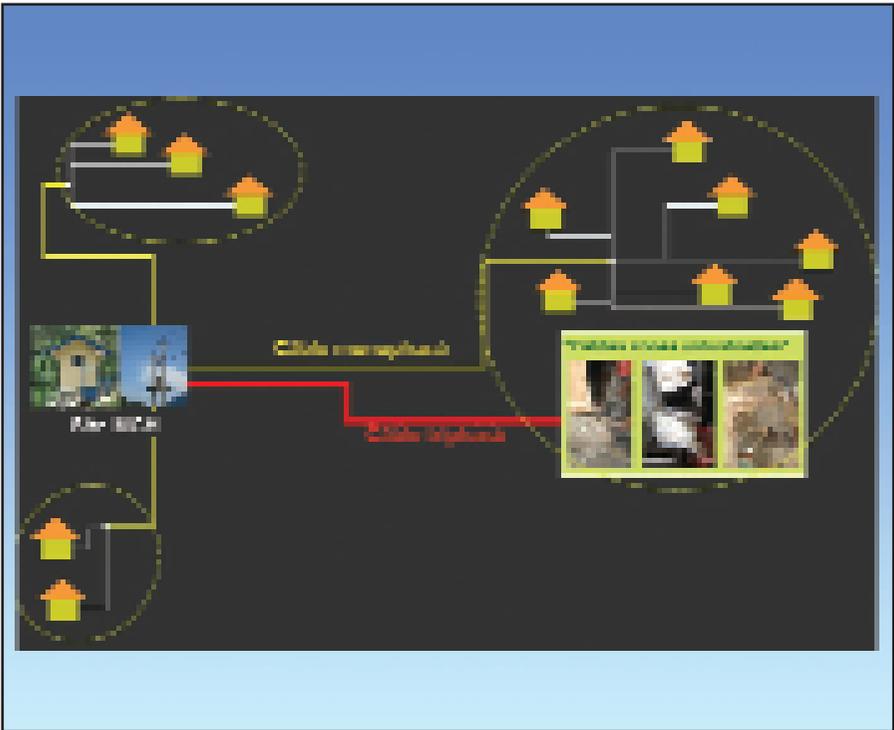
- Quelle est la capacité disponible du système MCH? Quels types de machines peuvent être utilisés ?
- A quel moment de la journée la capacité est-elle disponible (tenir compte des besoins pour l'irrigation, l'eau potable, etc.) ?
- Concertez-vous sur les options pour des utilisations productives dans le village et établissez des priorités
- Commencez par «fruits mûrs»! Il est plus facile de commencer avec des activités comme le battage, le décorticage, etc. qui sont déjà communes aux villageois que de produire des choses complètement nouvelles pour lesquelles ils ne connaissent pas encore le marché
- Qui est réellement intéressé? Devrait-elle être organisée comme une «activité communautaire» ou comme des "affaires privées" individuelles ?
- Rassemblez des informations sur l'investissement et les coûts d'exploitation pour l'utilisation productive et analyser les flux de trésorerie (cherchez un soutien extérieur si nécessaire)
- Quel tarif devrait être appliqué pour les utilisations productives de l'électricité? La rendre attrayante pour les utilisateurs (des "machines, etc.), mais aussi rentable pour l'établissement qui exploite la MCH
- Plus il y a des utilisations productives individuelles, plus le critère du contrôle technique est complexe et/ou le besoin de coordination. Évaluez la possibilité d'établir des "petites zones industrielles" spécifiques où l'utilisation productive est en faisceau



Réquisitions techniques pour les appareils électriques plus grandes

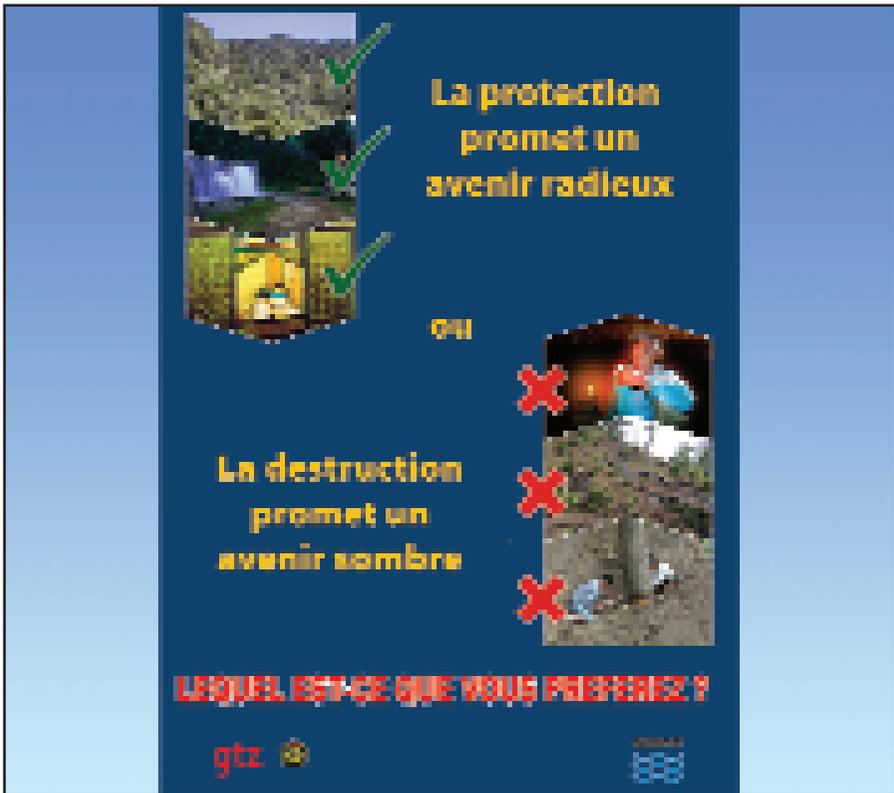
Qu'est-ce qu'il faut prendre en considération pour actionner une machine plus grande par l'électricité ?

- Un moteur électrique d'une capacité suffisante pour actionner la machine (par exemple remplacement d'un générateur diesel ou essence) est nécessaire
- La conception du réseau doit fournir une connexion triphasée (380V) à l'endroit où la machine (> 1 kW) va être installée
- Le courant de démarrage nécessaire doit être disponible à l'emplacement respectif, un centre de démarrage progressif peut être utilisé pour réduire ce courant de démarrage
- Un dispositif de contrôle de charge (par exemple contrôleur de charge électrique, régulateur de débit) doit être installé, car les appareils de capacité plus grande provoquent des fluctuations de charge importantes lorsqu'on les branche ou débranche. Ces fluctuations doivent être gérées automatiquement par le système
- Si la capacité totale du système MCH n'est pas suffisant pour la consommation des ménages et de production, les temps d'utilisation doivent être définis et contrôlés par des commutateurs (sur la photo).



Montage alternatif pour une utilisation productive :

- La charge sur chaque phase devrait être sensiblement la même
- Les petites zones industrielles ont souvent besoin d'une connexion triphasée



L'utilisation bénéfique d'énergie requière une sensibilisation importante

- L'utilisation bénéfique d'énergie provenant de la MCH dépend d'une multitude d'aspects qui peuvent être manipulés de manière plus facile si les bénéficiaires de la MCH en sont bien conscients
- La sensibilisation sur les aspects de l'environnement est cruciale! La déforestation dans la zone du bassin versant touche le débit d'une rivière: il diminuera en saison sèche et les précipitations entraîneront des inondations destructrices. Les deux aboutissent à une pénurie d'énergie

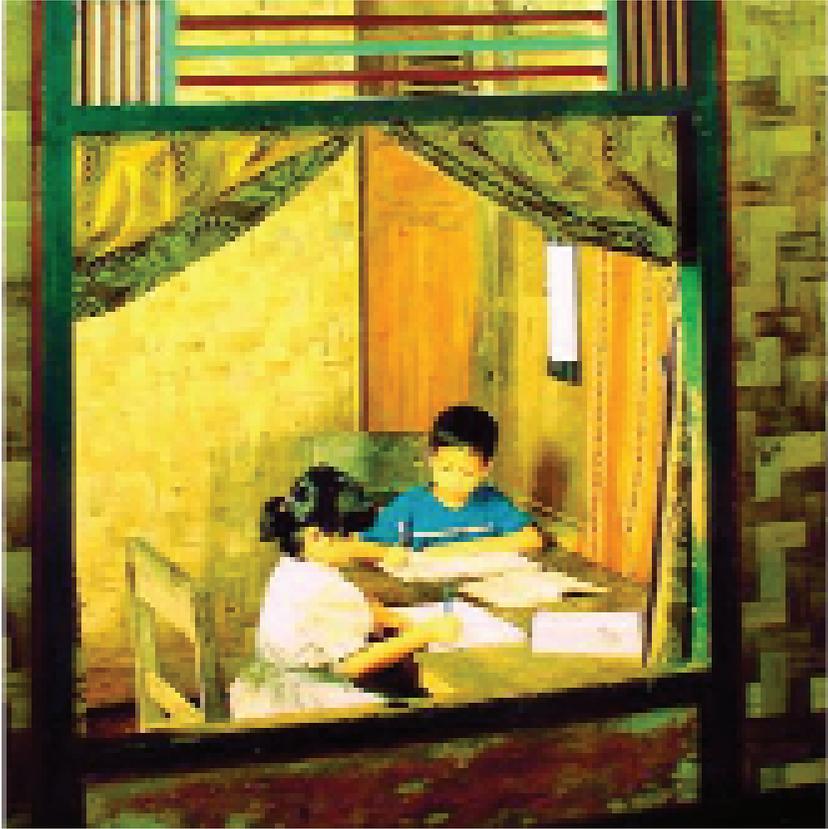
NB:

LES GENS APPRÉCIENT L'ÉLECTRICITÉ PROVENANT DE LEUR MCH. IL FAUT LEUR ENSEIGNER QUE CE SERA RÉVOLU QUAND LA NATURE SERA DETRUITE. IL FAUT QU'ILS SE PRENNENT COMME PARTENAIRES DANS LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT !



Si manipulé erroné, l'électricité est dangereuse

**LE PEUPLE N'A PAS D'EXPÉRIENCE SUR L'UTILISATION DE L'ÉLECTRICITÉ
IL N'A AUCUNE CONNAISSANCE DES DANGERS NON PLUS !
IL EST NÉCESSAIRE DE L'INFORMER QUE L'ÉLECTRICITÉ EST DANGEREUSE
SI ON NE LA MANIPULE PAS CORRECTEMENT !**



... et une bénédiction, si manipulé correctement.

**L'ÉLECTRICITÉ EST LA CONTRIBUTION
À UN AVENIR MEILLEUR
POUR NOS ENFANTS !**

ISBN 978-979-8978-26-5
ISBN 978-979-8978-27-2 (Vol.1)



Projet GTZ - PERER

Immeuble Assist Lot 25 - 28
B.P. 869, Ivandry, 101 Antananarivo Madagascar
gtz-perer@gtz.de

