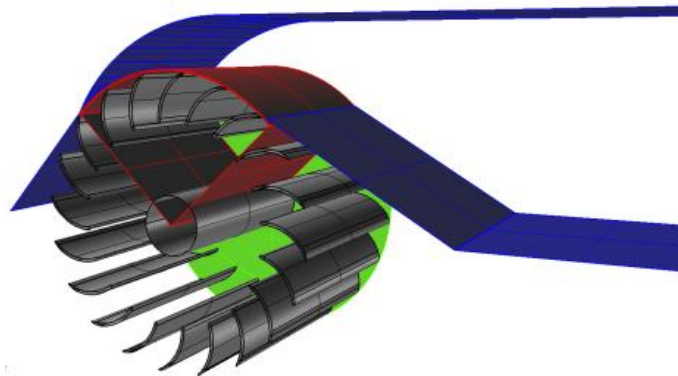




Développement d'une turbine à flux croisé pour l'électrification rurale



Thomas de Colombel

20 Novembre 2012



Un projet pour l'électrification rurale

- Un constat
 - Un accès encore inégal à l'électricité dans les zones rurales des pays en développement
- Une idée
 - Promouvoir la micro-hydroélectricité par une technologie simple et éprouvée en développant des projets locaux par et pour les utilisateurs



Un projet pour l'électrification rurale

- Les acteurs

- **Hydro 21**

- Farid Mazzouji
 - Daniel Milan
 - Thomas de Colombel

Expertise Hydraulique

- **ENSE³**

- Géraud Philippon
 - Anthony Seyve

Etude Technique (2012)

- Partenaires potentiels:

- **Universités étrangères**

Etude Technique (futur)

- **Alstom Foundation**

Financier (futur)



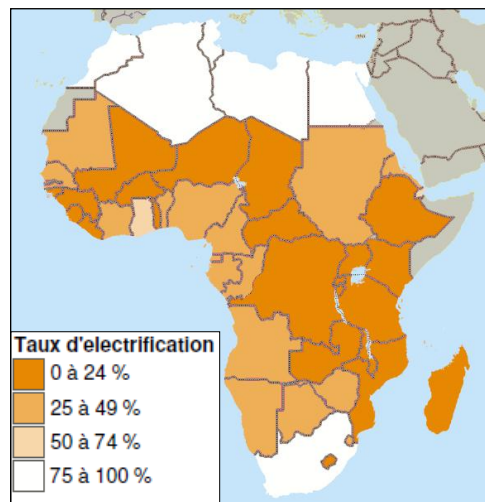
Un projet pour l'électrification rurale

Besoins

Électricité

Moyen de production simple
et facile à construire

Taux d'accès à l'électricité en Afrique
(Source UNDP & World Bank)



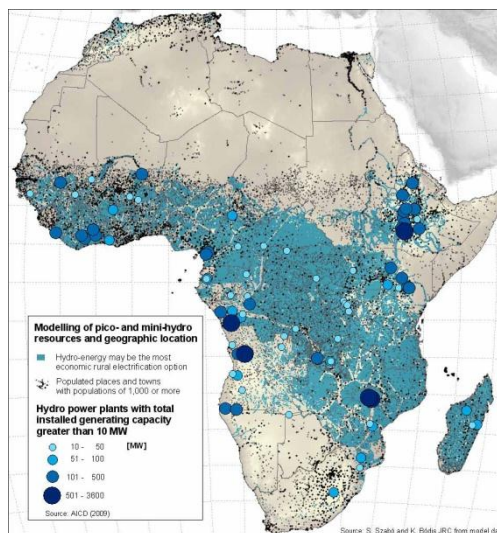
Ressources

10 % du potentiel
hydraulique mondial

7 % seulement utilisé

Zones où la micro hydro devrait être la
plus rentable (en bleu)

(Source : JRC pour la Commission européenne)



Exemple



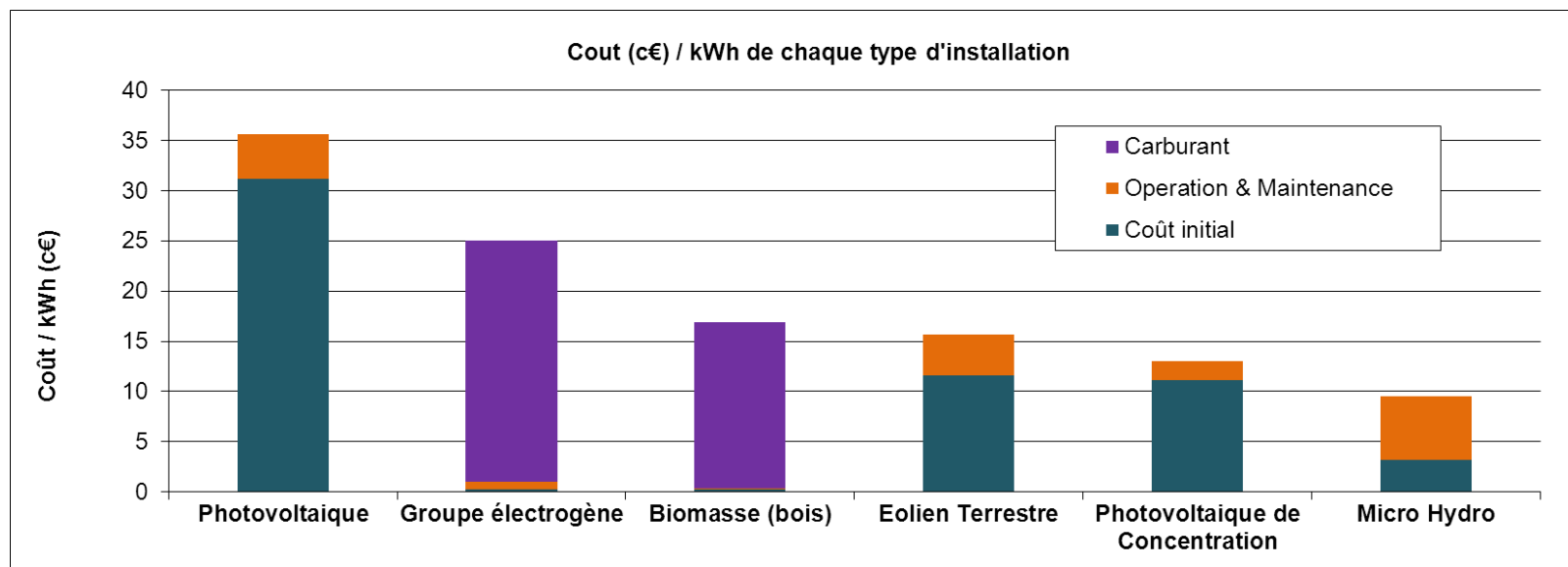
Rwanda

- 7 % d'accès à l'électricité
- 125 sites potentiels entre 5 et 50 kW



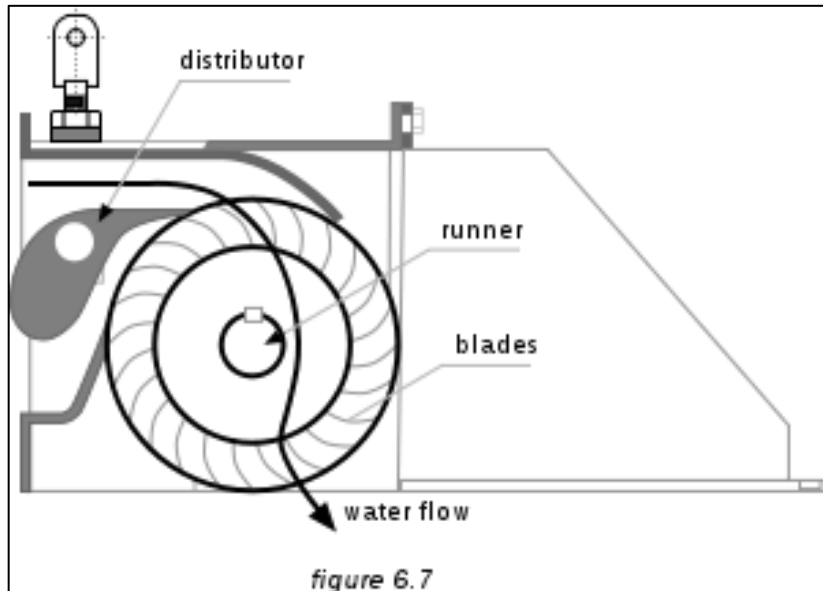
Un projet pour l'électrification rurale

- La micro-hydraulique... puissance suffisante pour un village
→ Quelques dizaines de kW (lumière, communication, ...)
- Solution la moins coûteuse



Un projet pour l'électrification rurale

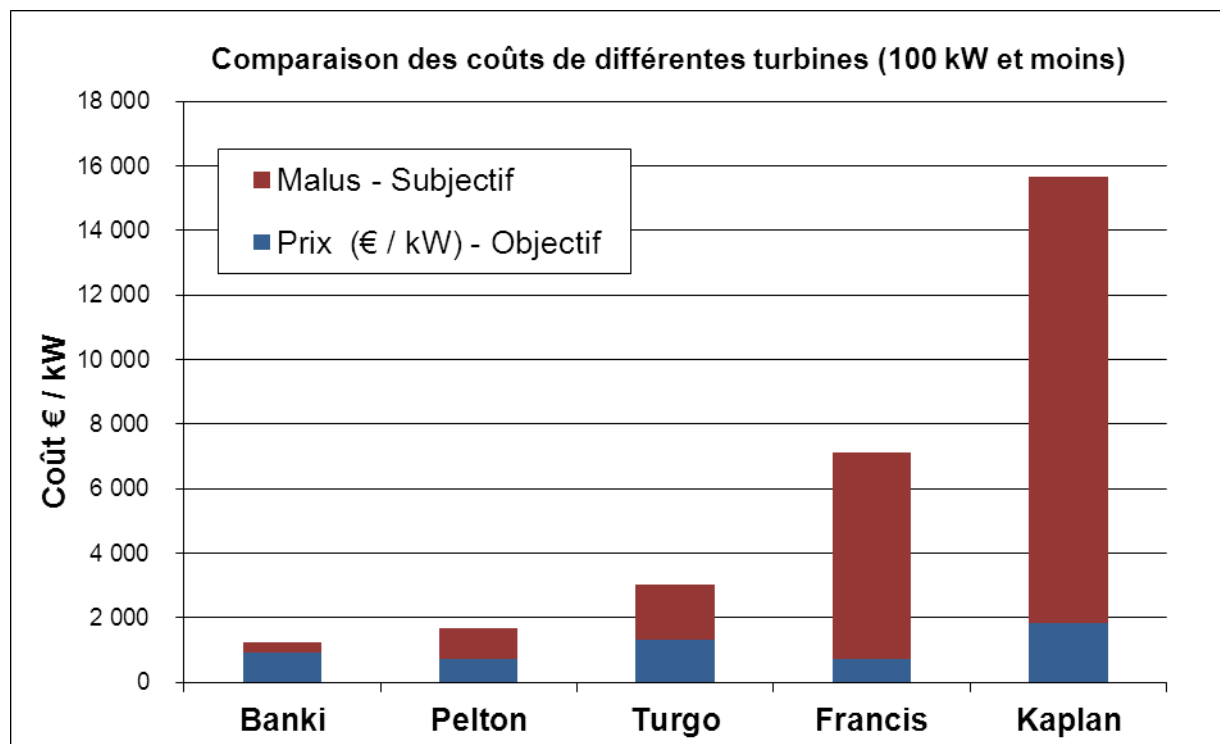
La turbine à flux croisé (ou Banki)





Un projet pour l'électrification rurale

Arguments de la turbine « Banki »





Un projet pour l'électrification rurale

Etablissement d'un cahier des charges

Caractéristiques turbine :

- Puissance : **5 – 50 kW**
- Chute : 3 – 25 m
- Débit : 50 – 1200 l/s

Enveloppe produit :

1. Turbine Banki
2. Transmission Poulie-Courroie
3. Génératrice Asynchrone
4. Régulateur de charge électronique et ballasts

Critères de design :

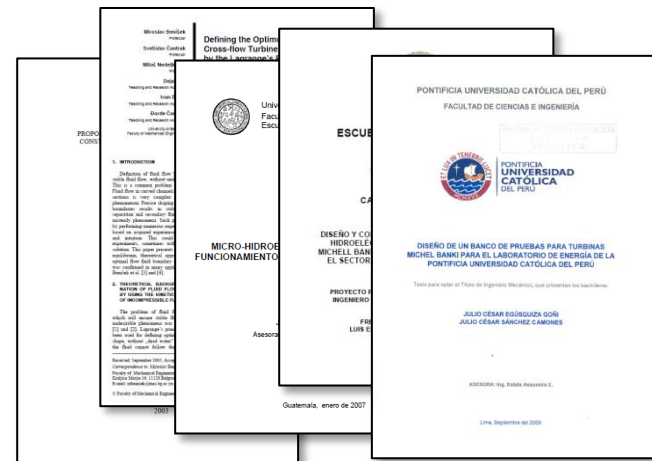
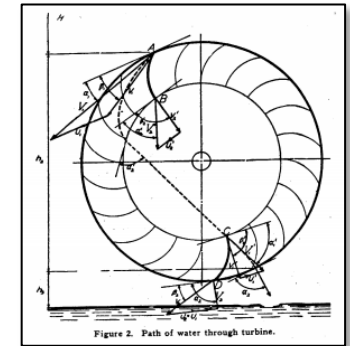
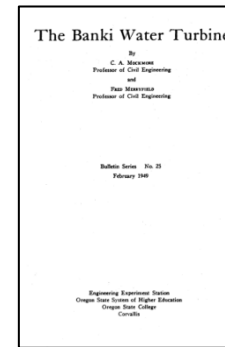
- Simplification
- Accessible au constructeur
- Prise en compte des outils et savoir-faire disponibles
- Montage facile
- Manuel de formation / montage



Un projet pour l'électrification rurale

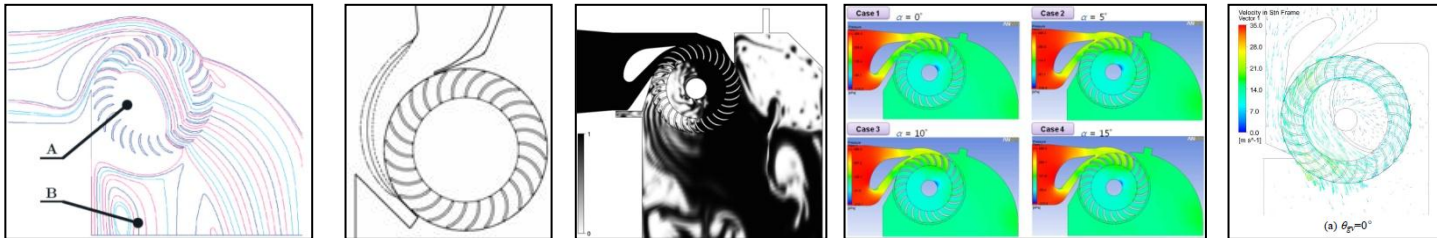
Une technologie éprouvée

- Brevet initial de 1903
 - Conception actuelle décrite dans un document de 1949
 - Aujourd'hui une poignée de fabricants industriels (Ossberger, ...)
-
- Mais un regain d'intérêt pour cette turbine...

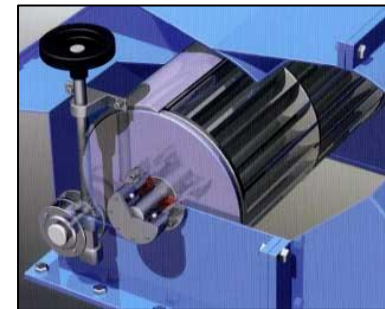


Définir l'objectif technique

- **Trouver la meilleure configuration**
- **Optimiser l'hydraulique** (élargir la plage de fonctionnement) et chiffrer les avantages par le calcul



- **Optimiser la mécanique**
(faciliter la fabrication, le montage et l'entretien)

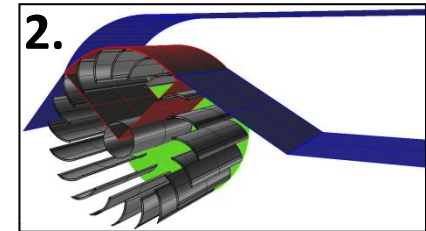
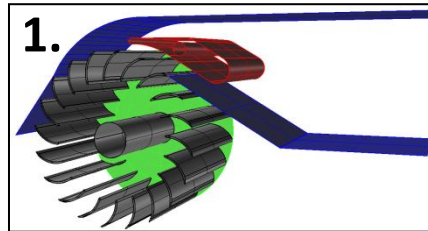


Un projet pour l'électrification rurale

Utilisation de la simulation numérique

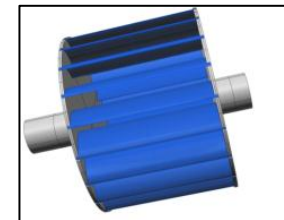
- **Identification de deux types principaux de l'alimentation**

1. Vanne à aileron
2. Vanne cylindrique



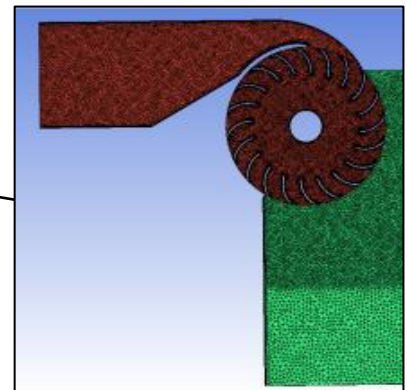
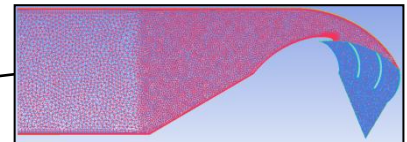
- **Etude complémentaire**

- Influence de la présence de l'arbre

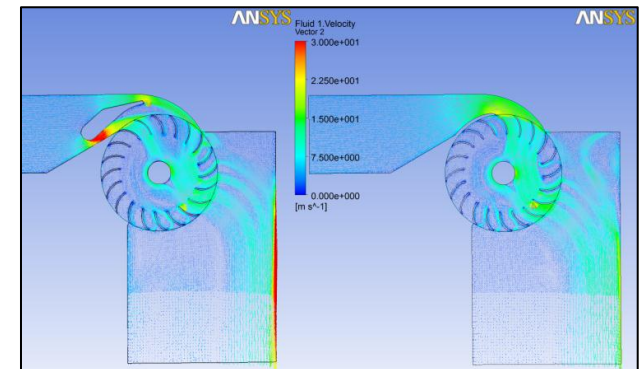
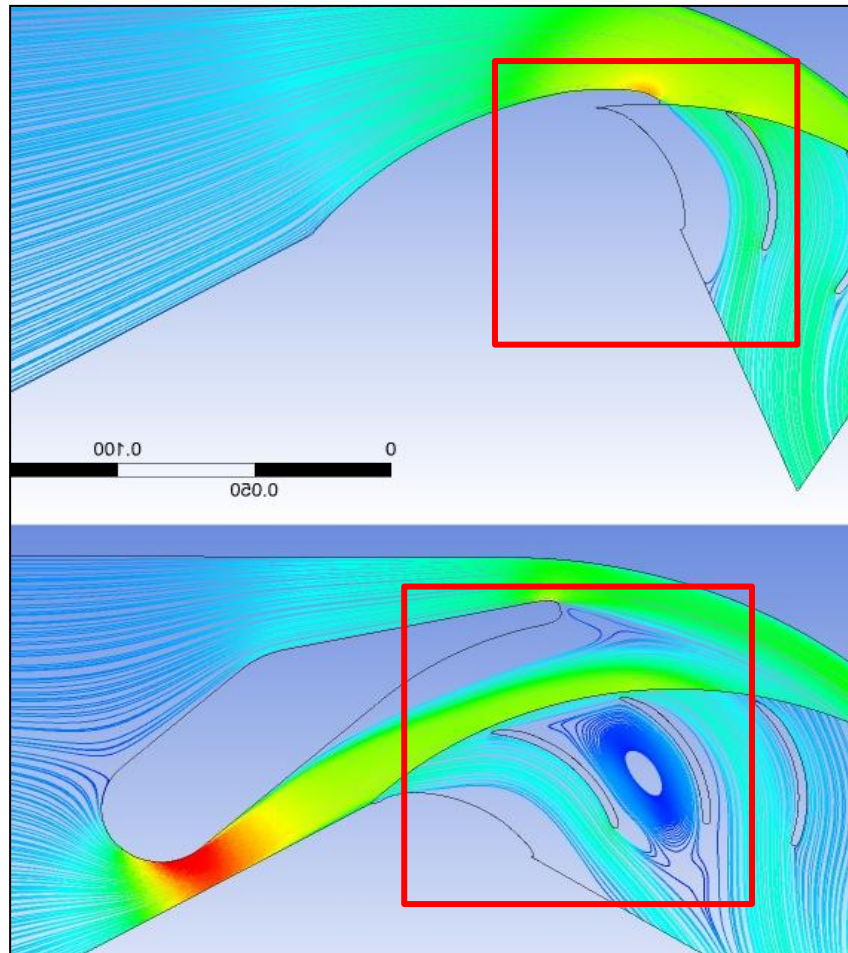


Caractéristiques des calculs CFD

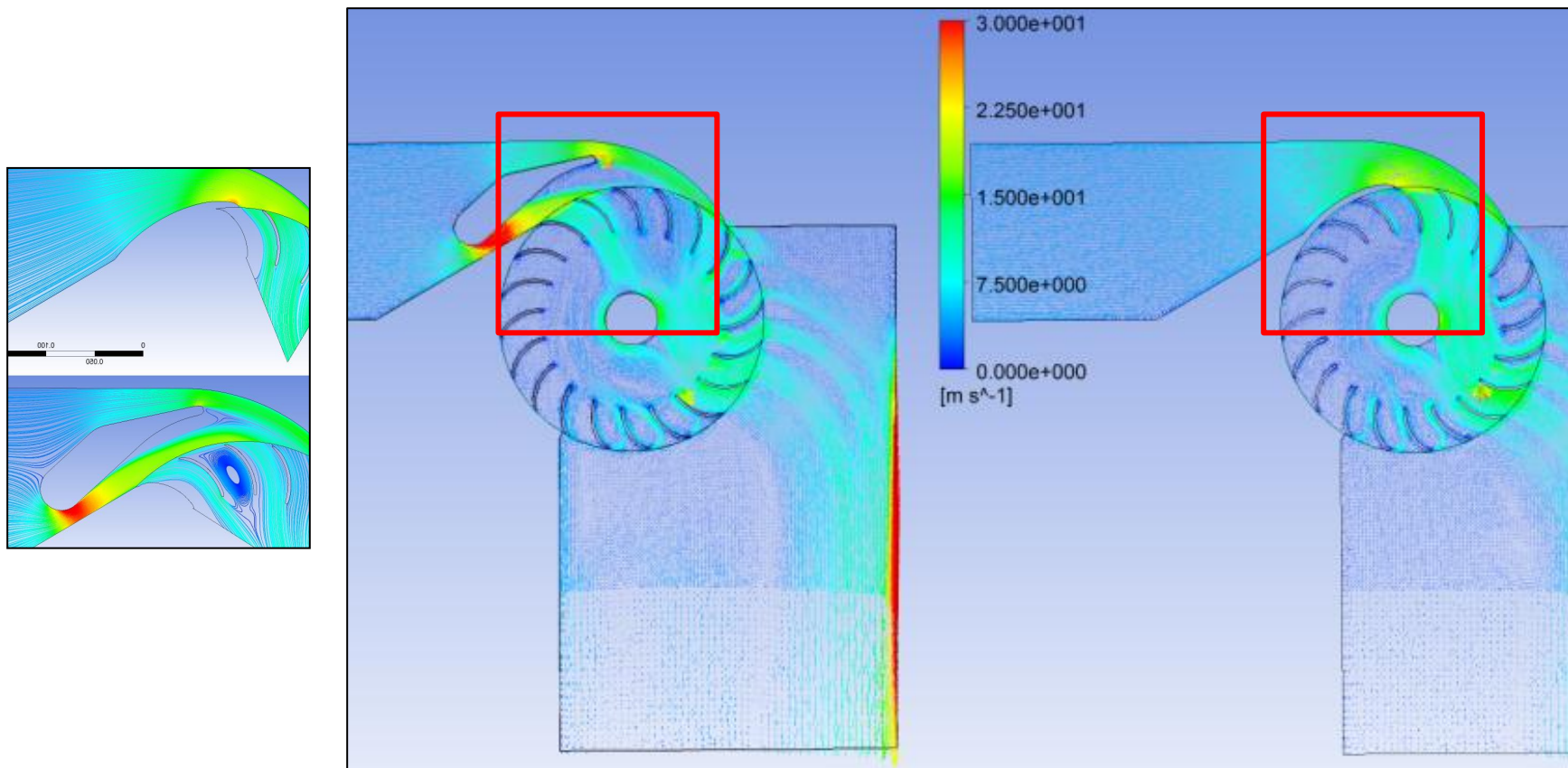
- Simplification du domaine de calcul en **pseudo-2D** (« tranche » de turbine, effets de bord négligés)
- Réduction du domaine de calcul sur **1^{er} étage** considéré « en charge » • puis validation par un calcul diphasique sur **géométrie complète** •
- Calcul de différentes ouvertures à différents débits



Un projet pour l'électrification rurale

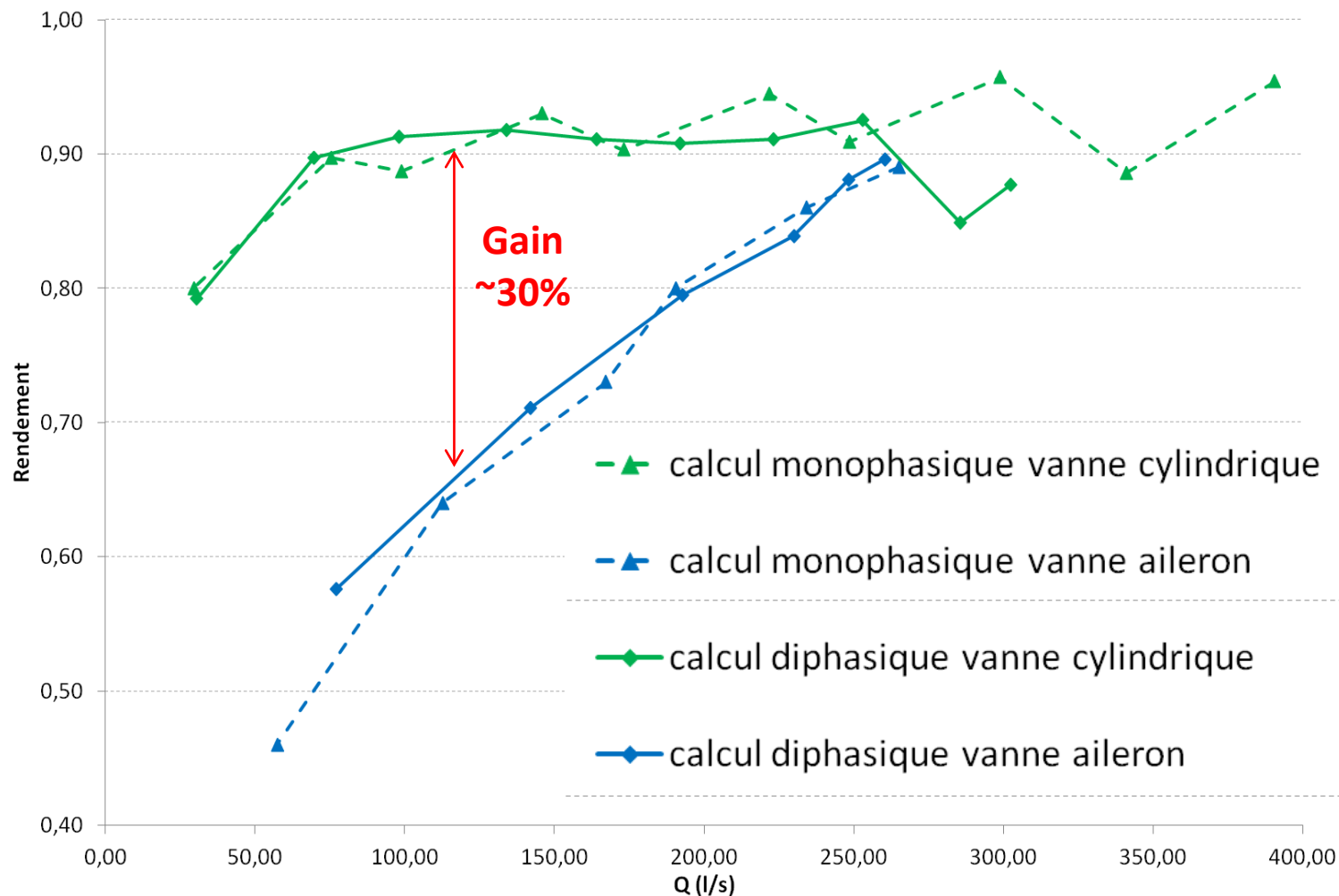


Un projet pour l'électrification rurale



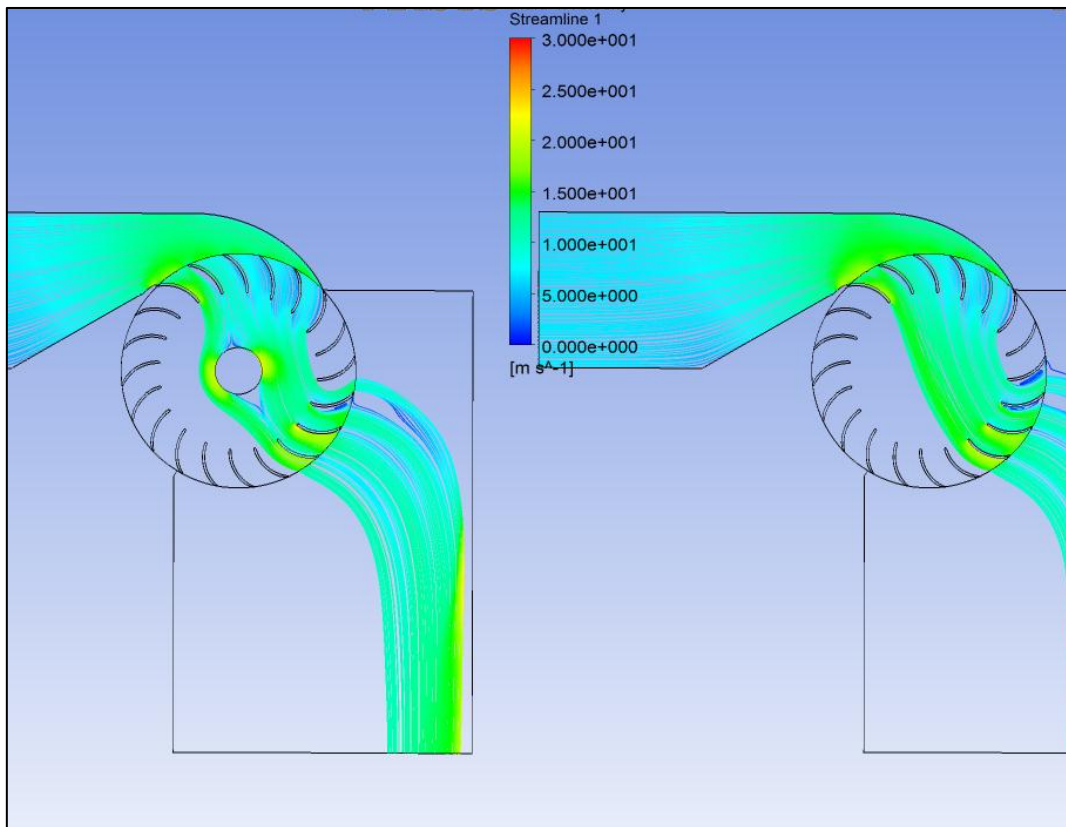


Un projet pour l'électrification rurale

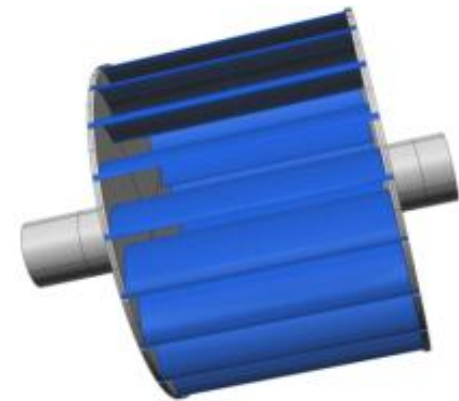


Un projet pour l'électrification rurale

Influence de la suppression de l'arbre traversant



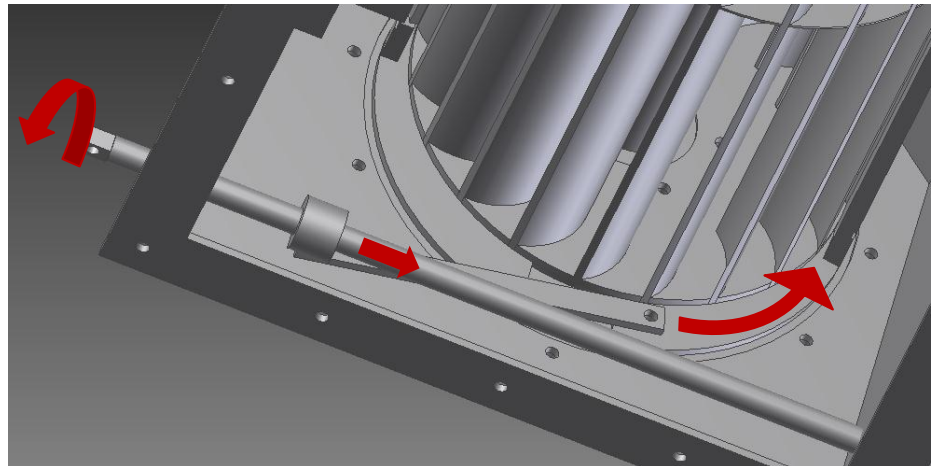
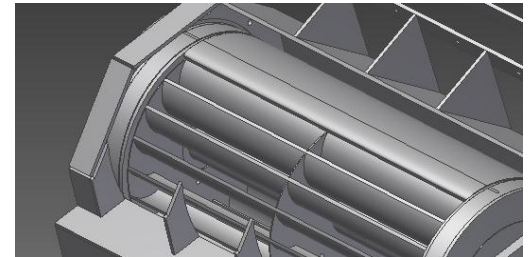
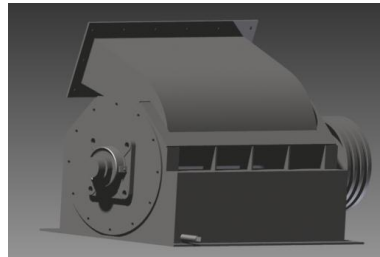
- Gain de l'ordre de 3 à 4% ?



Un projet pour l'électrification rurale

Dimensionnement mécanique

- Conception amorcée : simplification du **montage** + limitation du nombres de **soudures**
- Conception de la vanne de **type cylindrique**
- Système de **vannage**

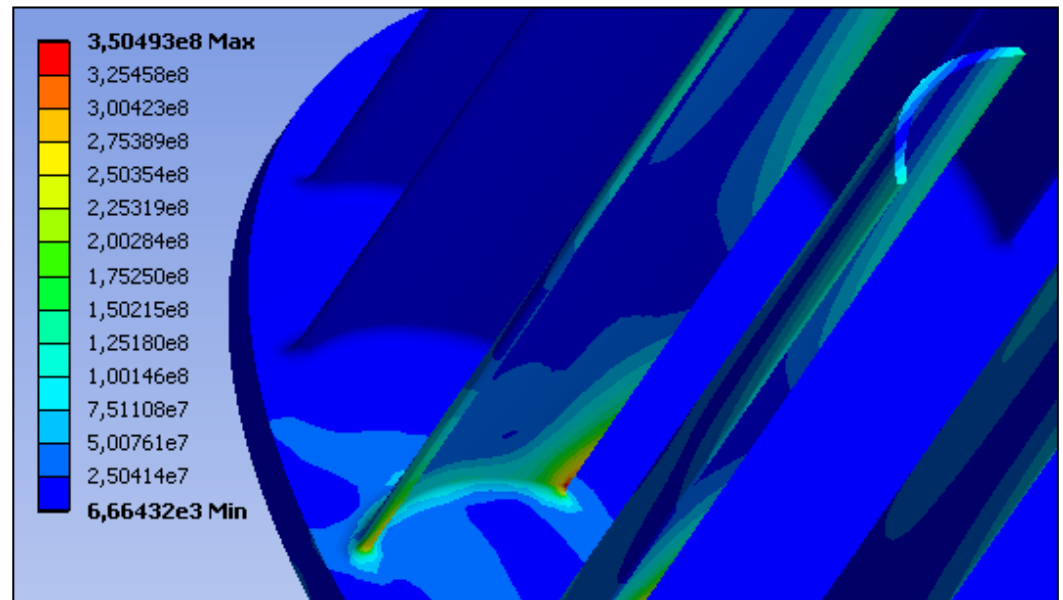




Un projet pour l'électrification rurale

Calcul mécanique

- Calcul d'un demi-rotor sous contrainte nominale...
- Détermination de **l'épaisseur** des pales...
- ... dimensionnement à l'emballlement à réaliser





Un projet pour l'électrification rurale

Conclusions

- **1^{ère} phase / 2012** = Définition du concept hydraulique / base de la conception mécanique
- Turbine « Banki » avec alimentation **par vanne cylindrique**
→ élargissement significatif de la plage d'utilisation en débit
- **2^e phase / 2013 – objectifs :**
 1. Figurer la définition hydraulique
 2. Conception mécanique complète
 3. Réalisation d'un prototype



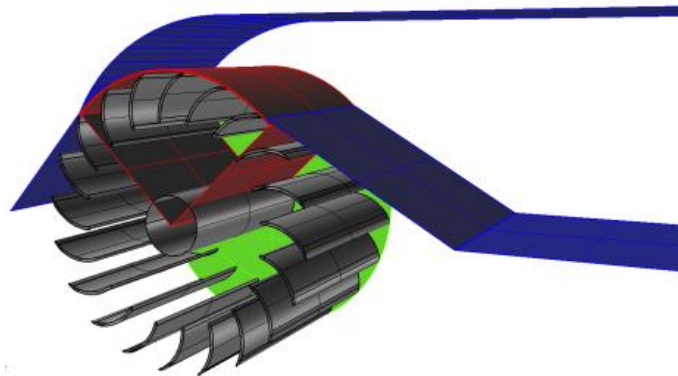
Un projet pour l'électrification rurale

Perspectives **2013**

- Poursuite de la collaboration avec l'**ENSE³**
- Implication d'Universités étrangères / identification d'un site pour projet pilote
 - Collaboration sur la poursuite de l'étude technique
 - Modèle réduit dans laboratoire de l'université
 - Repérage du site pilote



Développement d'une turbine à flux croisé pour l'électrification rurale



Thomas de Colombel

20 Novembre 2012