



# RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE DANS LES RESEAUX D'EAU: QUEL POTENTIEL ET QUELLES POSSIBILITÉS

SÉMINAIRE ARPEA DU 7 FEVRIER 2018

[www.bg-21.com](http://www.bg-21.com)

■ INGENIOUS SOLUTIONS

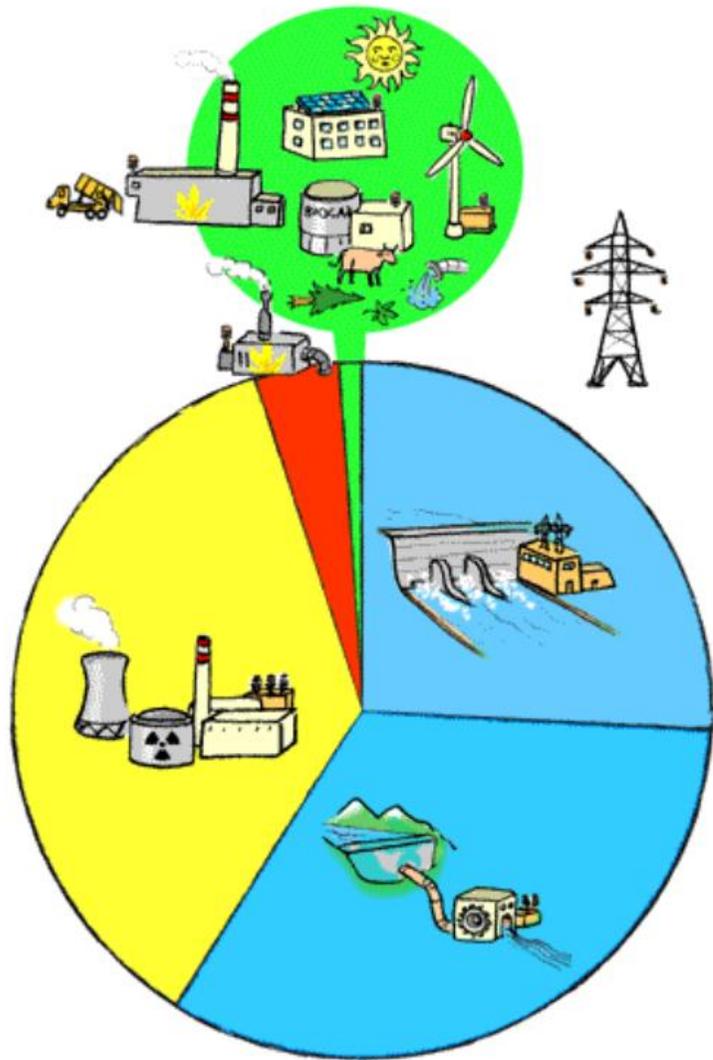


BG Ingénieurs Conseils

# TABLE DES MATIÈRES

- 1. La transition énergétique**
- 2. La place des réseaux dans le mix énergétique**
- 3. Potentiel hydraulique**
- 4. Potentiel chaleur**
- 5. Conclusions**

# LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



## Mix énergétique Suisse

- 58% force de l'eau
  - Barrages
  - Turbinage
- 37% nucléaire
- 5% énergie thermique et renouvelables

## 2017: stratégie énergétique 2050

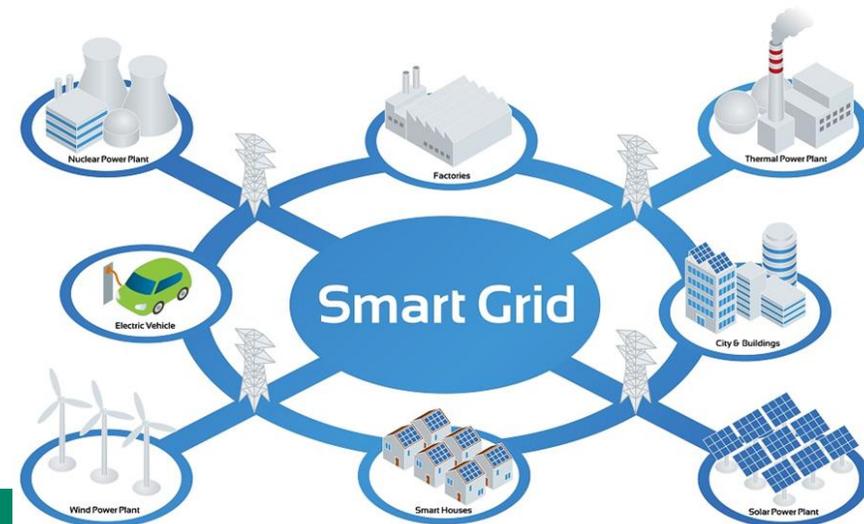
- Réduction du nucléaire
- Augmentation énergies renouvelables:
  - Soleil
  - Vent
  - Biomasse
  - Géothermie
  - Eau

Source: energie-environnement.ch

# LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Le nouveau mix énergétique demande un changement de paradigme:

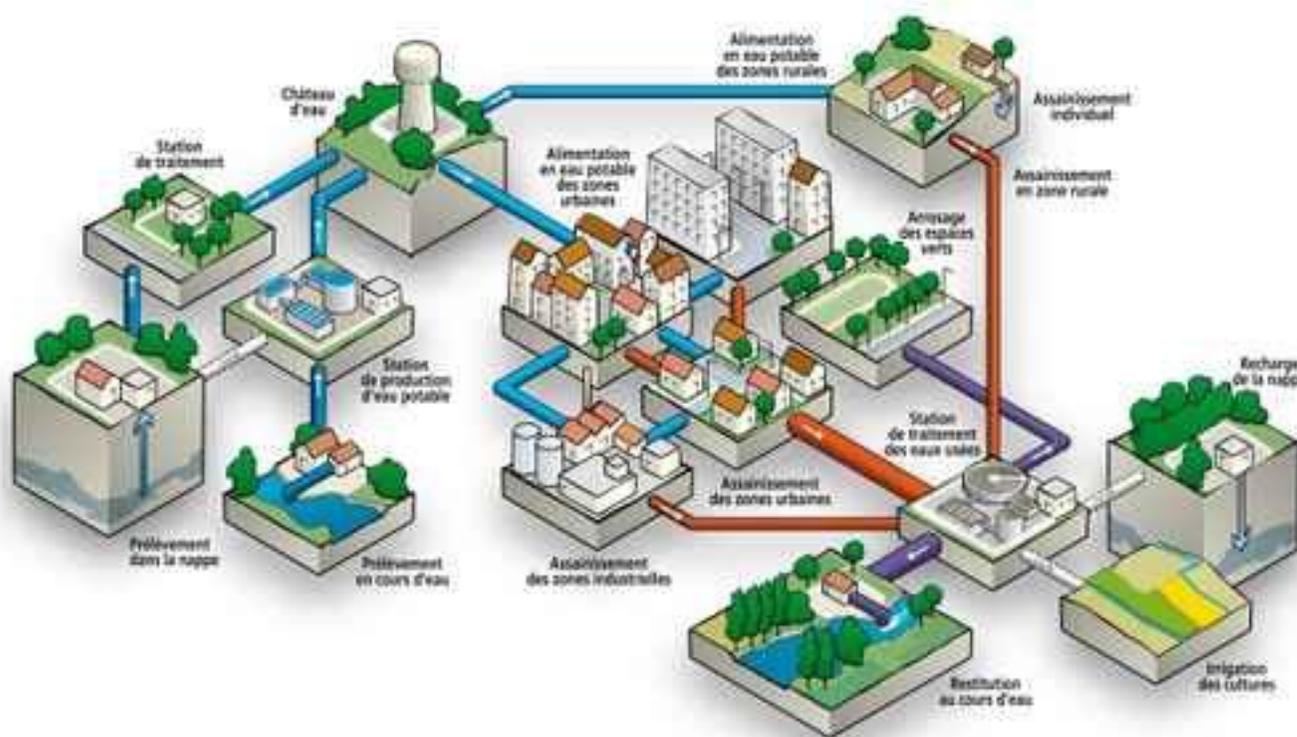
- **Production centralisée vers production décentralisée**
  - Producteur – Consommateur
  - Multiplication des petits producteurs
- **Développement des Smart Grid**
- **Sources d'énergie diverses et interconnectées**
  - Biogaz vers CAD
  - Solaire vers gaz
  - ...



# LA PLACE DES RÉSEAUX DANS LE MIX ÉNERGÉTIQUE

## Définition des réseaux:

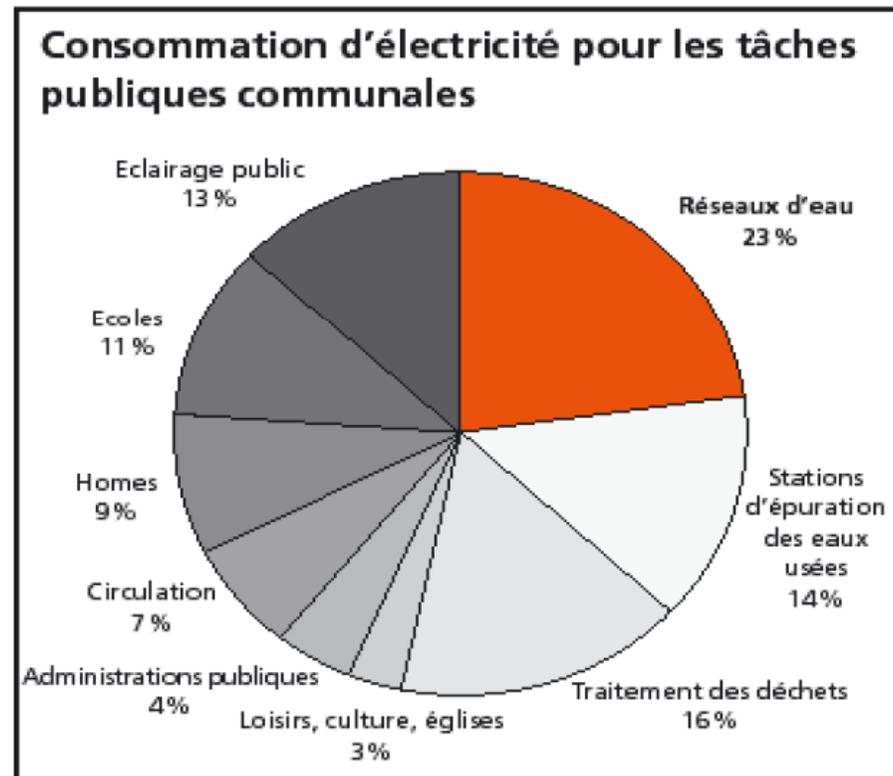
- Toute conduite de transport des eaux potable ou usées, gravitaire ou sous pression



# LA PLACE DES RÉSEAUX DANS LE MIX ÉNERGÉTIQUE

## Situation actuelle

- Les réseaux sont un consommateur
- $\approx 25\%$  de la consommation d'une commune
- $\approx 100$  millions de kWh/an  
(0.1 TWh/ an)



# LA PLACE DES RÉSEAUX DANS LE MIX ÉNERGÉTIQUE

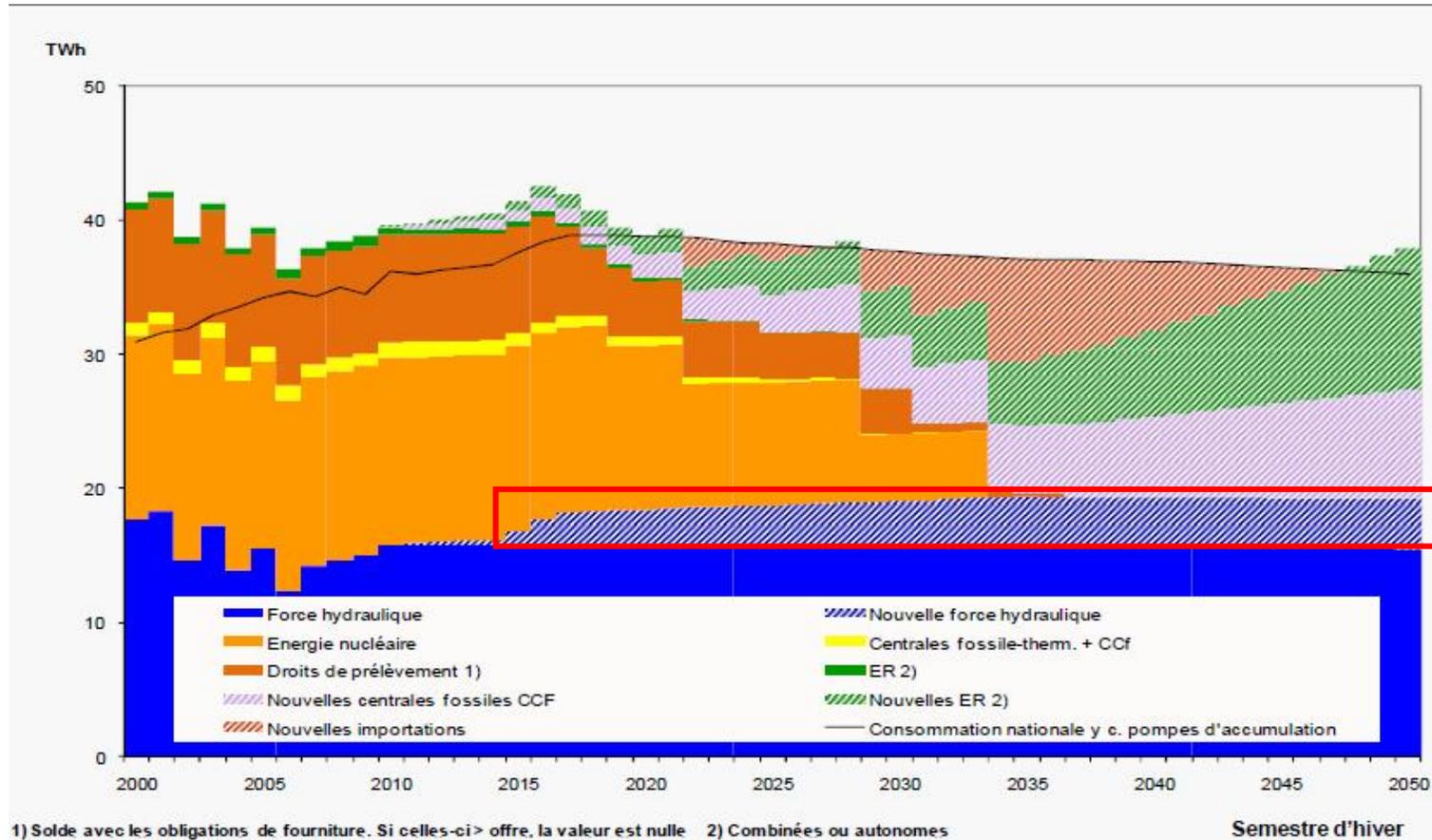
- **Constat: le potentiel énergétique de l'eau est encore colossal en Suisse et notamment:**
  - Les réseaux de transport des eaux
  - Les lacs et rivières
- **Objectif: assurer une production nette**
  - Surplus énergétique (électricité, chaleur...)
- **Moyens**
  - Turbinage des eaux
  - Récupération d'énergie calorifique (chaud et froid)

**Utilisation maximum du potentiel disponible**

# POTENTIEL

- Mix énergétique 2050

+ 3.2 TWh de force hydraulique, dont turbinage des eaux



# POTENTIEL

## Les réseaux d'eau sont une réserve d'énergie

- **Sous forme cinétique**

- Débit
- Hauteur de chute

$$E_{prod} = \eta \times \rho \times g \times H_{nette} \times Q$$

- **Sous forme de chaleur**

- Masse d'eau
- Différence de température

Attention à la chaleur minimale à conserver

# TURBINAGE

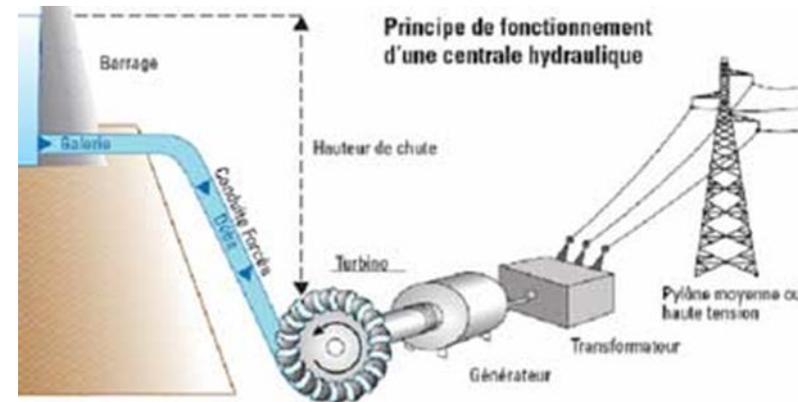
## Potentiel fonction de

- Débit
- Hauteur de chute

## Potentiel dès 2 m de chute

## Sur tout types d'eau:

- Réseau eau potable
- Eaux usées brutes
- Eaux usées traitées



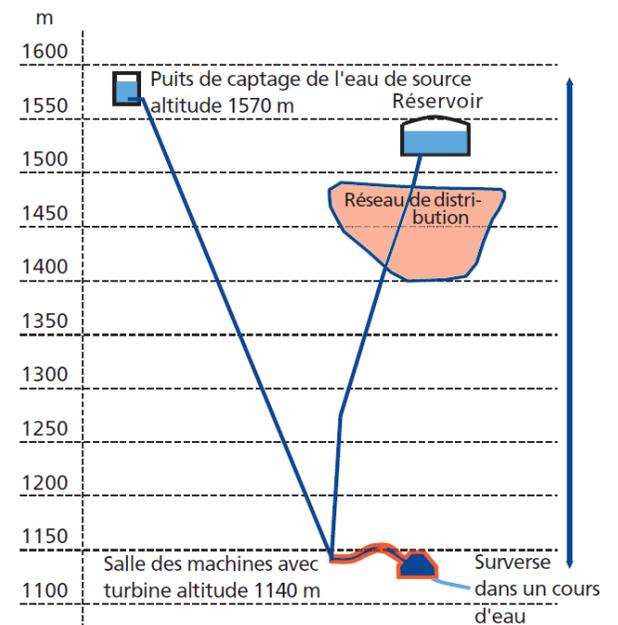
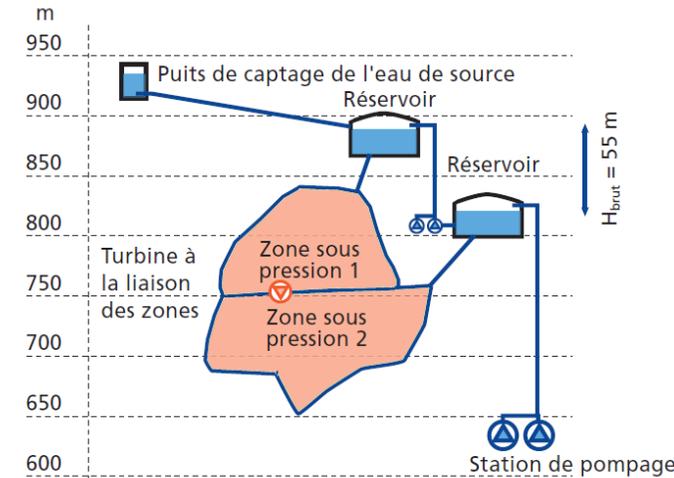
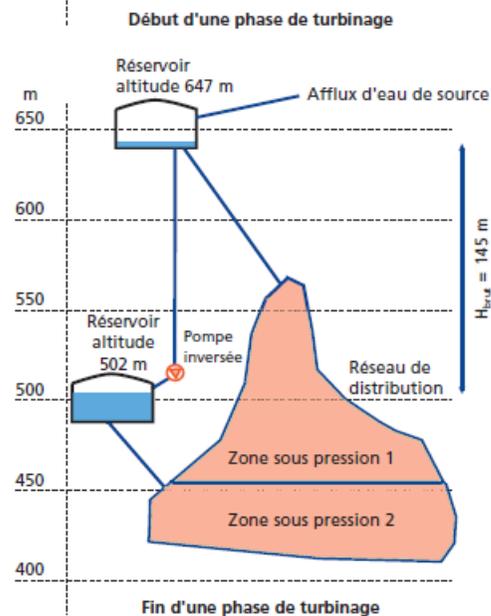
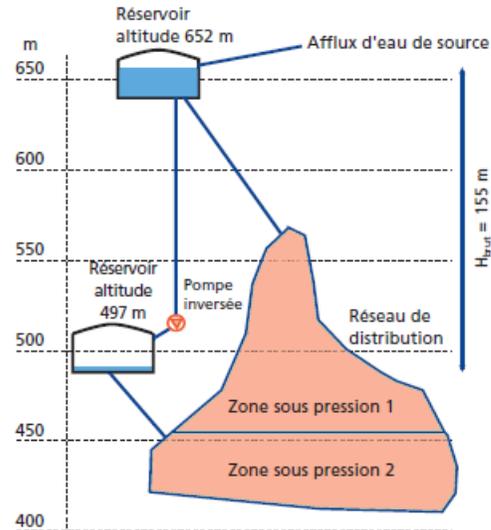
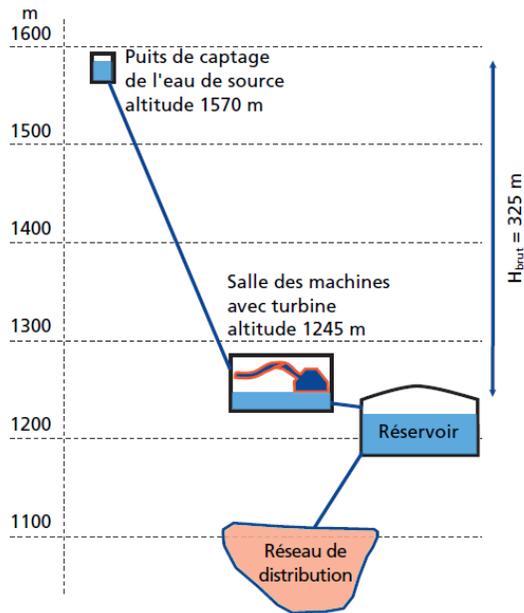
# TURBINAGE – EAU POTABLE

## Réseau Eau potable

- **Bien établie en Suisse, surtout zones de montagnes**
- **Conditionnée par la capacité des conduites à supporter la mise en pression**
- **Emplacement dépendant du type d'approvisionnement et topographie**

# TURBINAGE– EAU POTABLE

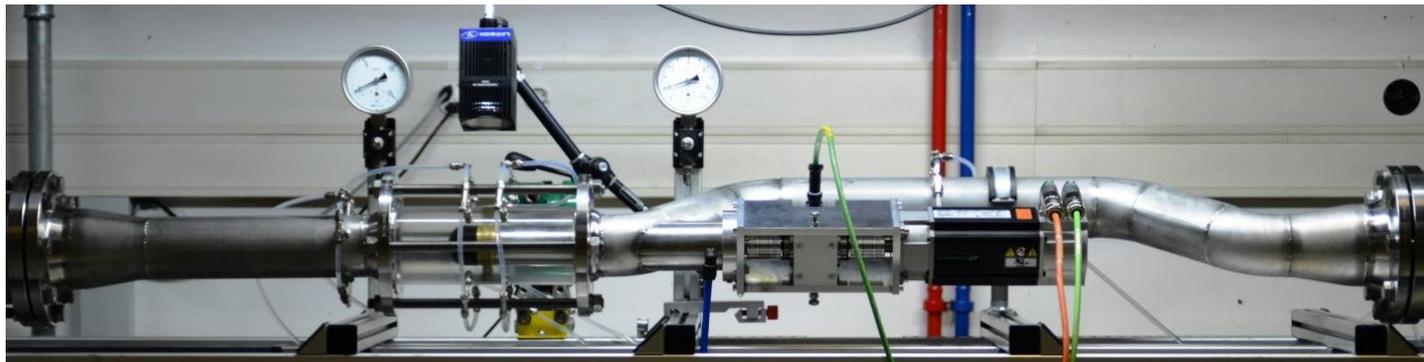
- Entre chambre de captage et réservoir
- Entre 2 réservoirs
- Entre 2 zones de pression
- Sur les trop-pleins



# MICRO TURBINAGE DANS LES RÉSEAUX D'EAU POTABLE

**Le micro-turbinage dans les réseaux d'eau potable est actuellement un sujet de recherche.**

**Les emplacements optimaux dans ce cas sont les conduites urbaines de plus grands débits et le remplacement des vannes de dissipation d'énergie.**



Des micro-turbines sont en développement pour cette application

Source: Samora et al. 2016, Experimental characterization of a five blade tubular propeller turbine for pipe inline installation, Renewable energy Vol95. 356-366

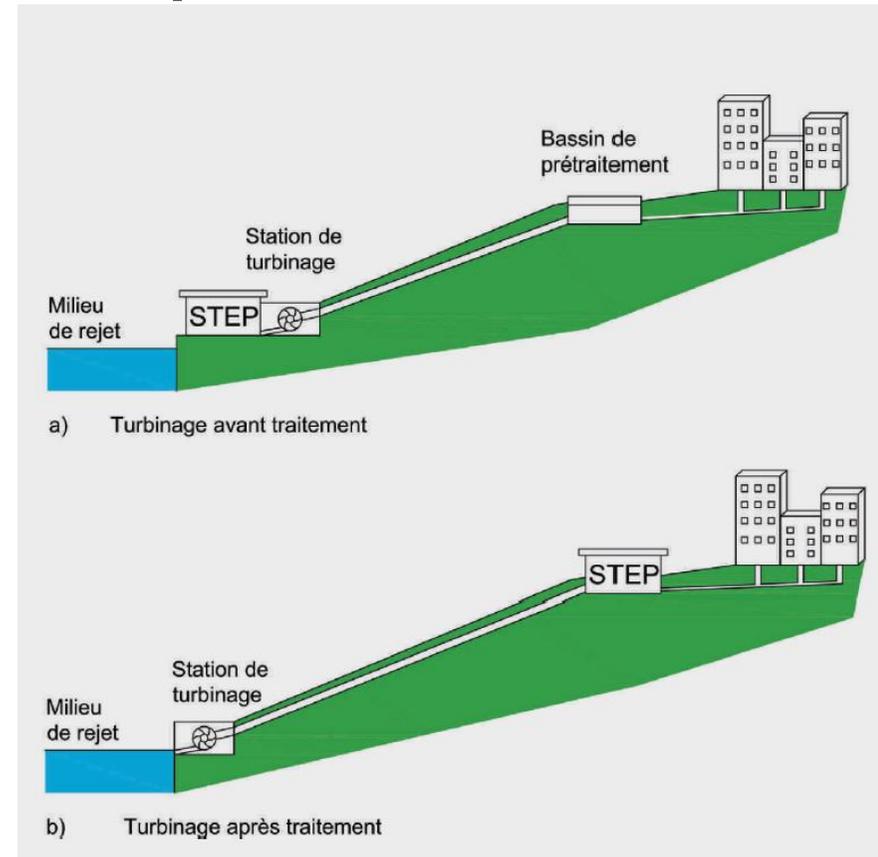
# TURBINAGE– EAU USÉES

Potentiel reconnu depuis plus de 20 ans (étude DIANE)

Possible sur réseau eau brute et eau épurée

- **Eau brute:**
  - Qualité d'eau
  - Mise en pression du réseau
- **Eau épurée**
  - Similaire eau potable

Turbinage à Nyon depuis 1990



# TURBINAGE– EAU USÉES

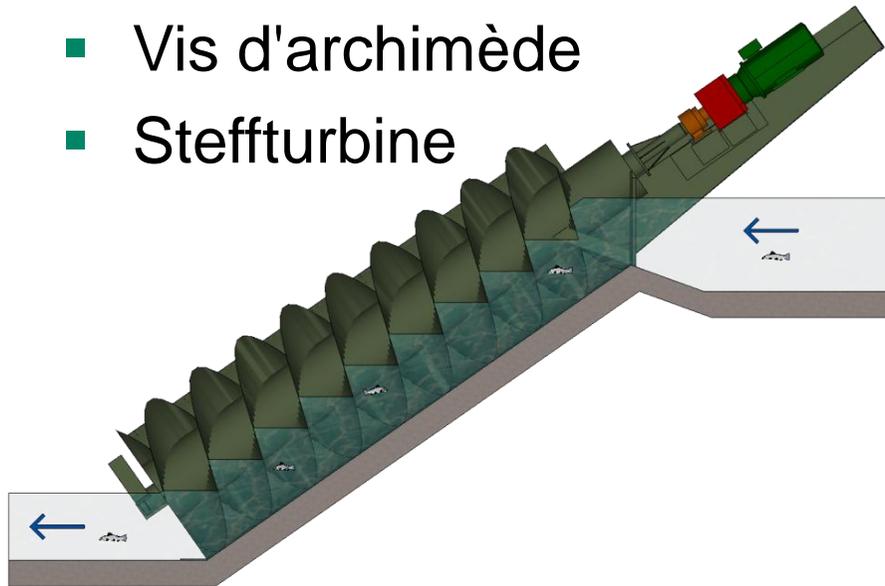
## Technologies similaire à l'eau potable

### ■ Exemple:

- turbine Kaplan à Aire (eaux épurées)
- Turbine Pelton à Bagnes (eaux brutes)

## Egalement autres technologies

- Vis d'archimède
- Steffturbine



# TURBINAGE - TECHNOLOGIES

## Choix de la technologie en fonction de la situation d'implantation

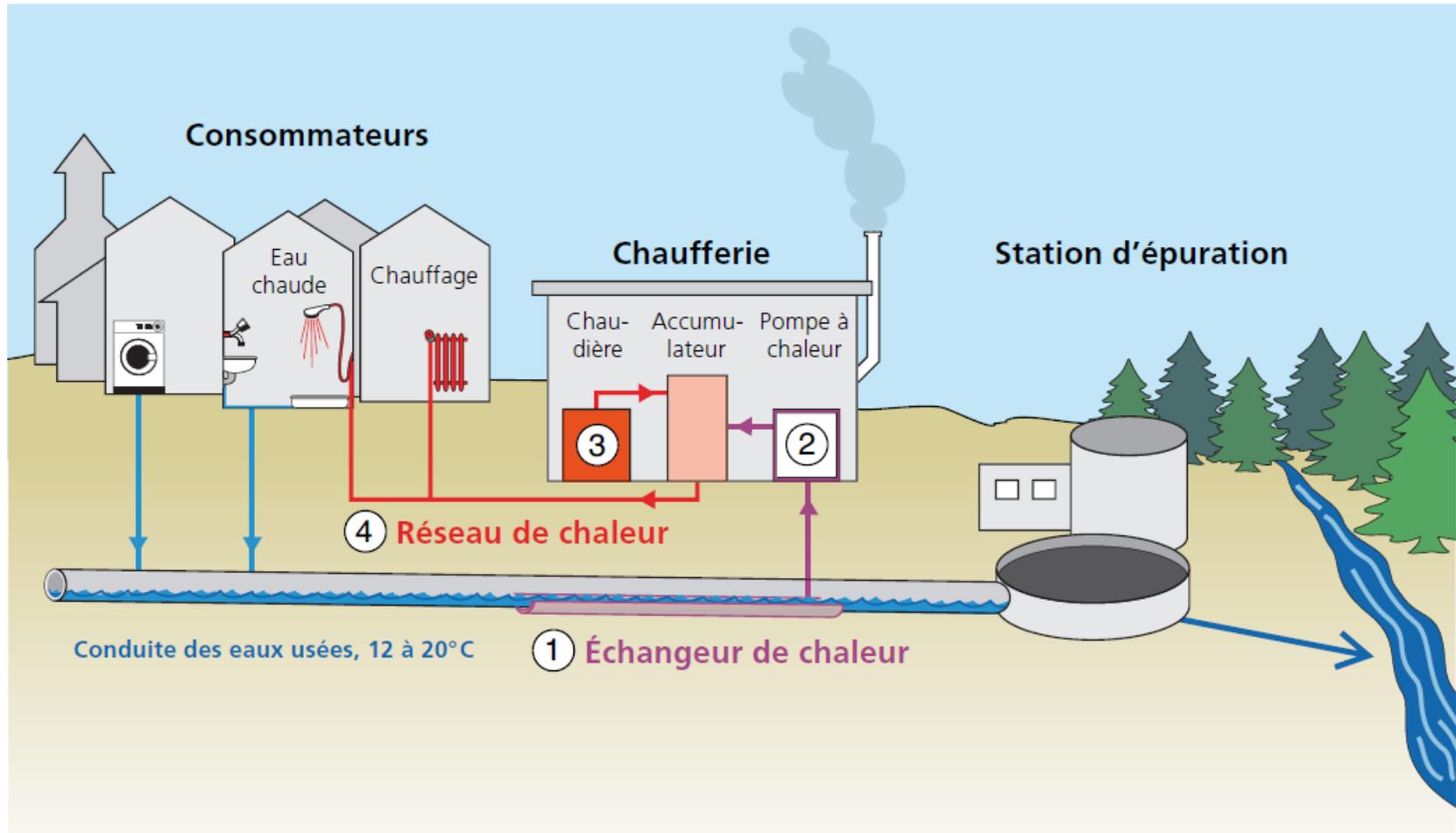
Type de turbine		Domaine de fonctionnement				
		Rendement [%]	Hauteur de chute [m]	Débits [l/s]	Comportement face à la variabilité des débits	Investissement
Pelton		84 à 92	80 à 600	10 à 1200	Très bonne	Elevé
Francis		84 à 90	5 à 100	100 à 10 000	Bonne	Très élevé
Axiale à pales de roue et distributeur mobiles		84 à 92	2 à 30	900	Bonne	Très élevé
Flux traversant		78 à 84	5 à 80	200 à 10 000	Moyenne	Faible à moyen
Pompe inversée		75 à 90	15 à 250	10 à 400	Très mauvais	Faible
Pelton à contre-pression		84 à 90	80 à 600	10 à 1'200	Très bonne	Elevé
Pompe fonctionnant en turbine avec réglage du débit		75 à 88	10 à 100	20 à 500	Moyenne à bonne	Moyen

# RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

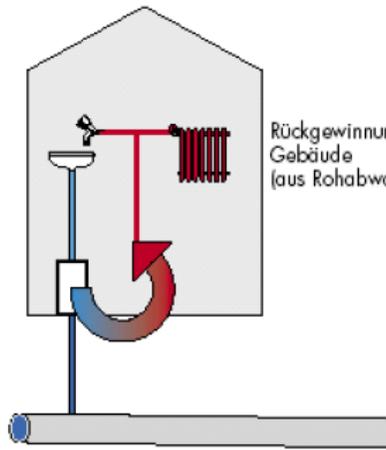
## Réseau Eau usée

- 5 million de m<sup>3</sup> / j
- 10 - 15 °C en hiver, dépendant du réseau
- **Potentiel de chauffage de 15% des bâtiments en Suisse (étude CREM)**

# RECUPERATION DE CHALEUR

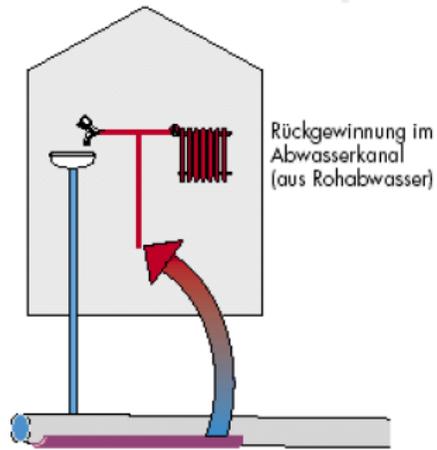


# RÉCUPÉRATION DE CHALEUR



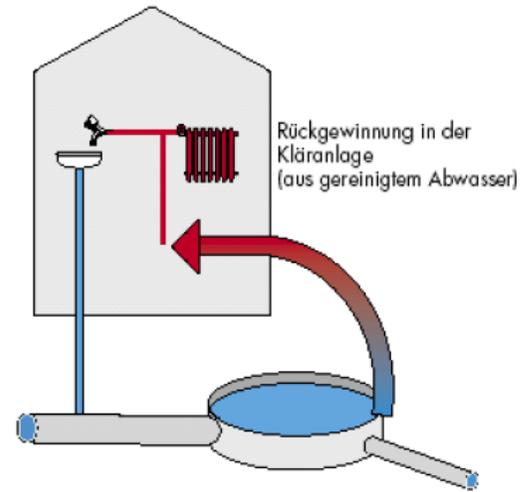
En sortie d'immeuble

Rückgewinnung im Gebäude  
(aus Rohabwasser)



Dans le collecteur

Rückgewinnung im Abwasserkanal  
(aus Rohabwasser)



En sortie de STEP

Rückgewinnung in der Kläranlage  
(aus gereinigtem Abwasser)

- + simple
- + Proximité client
- + Pas d'effet sur STEP
- Pour gros bâtiment

- + Gros potentiel
- + Proximité client
- Effet sur STEP
- Mise en œuvre

- + Gros potentiel
- + Mise en œuvre
- + pas d'effet sur la STEP
- Client éloignés

# RÉCUPÉRATION DE CHALEUR



Sortie de bâtiment



*Canalisations avec échangeurs intégrés*

En canalisation

# CONCLUSIONS

- **La récupération d'énergie dans les réseaux fait partie de notre futur énergétique**
- **Le potentiel est énorme, pas seulement dans les Alpes**
- **La rentabilité varie du cas par cas, pas seulement en termes de capacité**
- **Technologies et systèmes éprouvés**
- **Nécessite une planification amont et intégrée**