



# Deep Blue Hydrogen

De la croissance de végétaux lacustre à la production d'énergie

---

15.11.2023

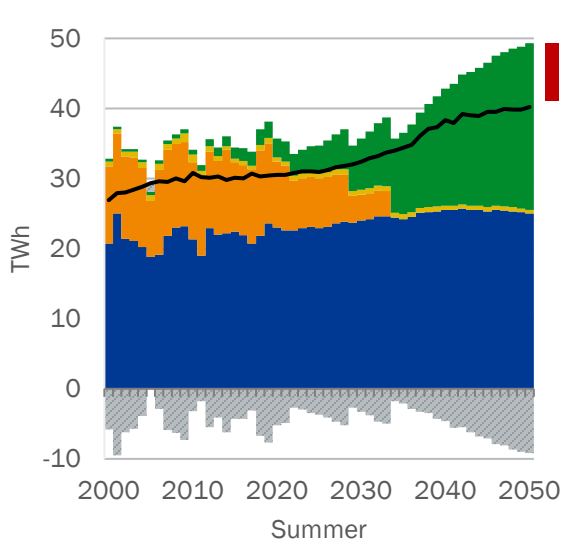
Bienvenue



# Agenda

- **Potentiel d'intégration des macrophytes dans le domaine des énergies**
- **Exemple du réseau CAD – commune de Milvignes (NE)**

# Summer/winter electricity balance, scenario ZERO basis



- Net import/export
- Renewable energy
- Hydro
- Fossil fuels
- Nuclear
- Gross consumption

Prognos AG, 2020  
 Office fédéral de l'énergie OFEN.  
 V. Burg, et. al 2018,  
 Biomass and Bioenergy, 111, 60-69.  
 SFOE

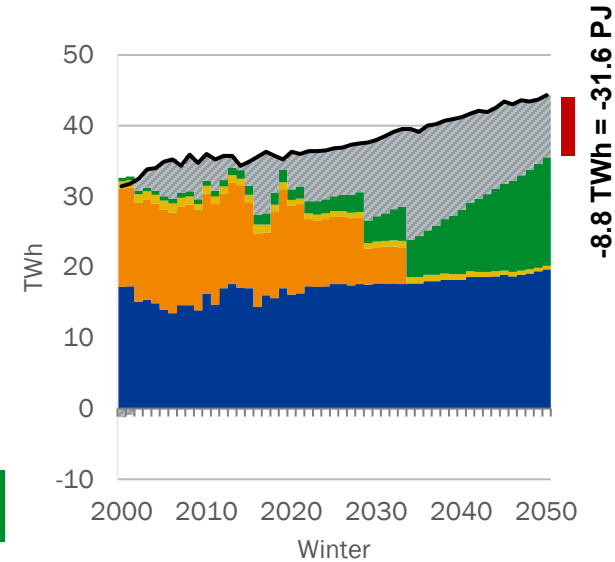
9.2 TWh = 33.1 PJ

**33 PJ**

**P2X**  
 Electrolyzer  
 $\eta \sim 70\%$   
**23 PJ**  
 $H_2$   
 Fuel Cell  
 $\eta \sim 50\%$   
**12 PJ**

**Bio2X**  
**44 PJ**  
 Additional Sustainable Potential Biomass  
 Anaerobic Digestion, Hydrothermal gasification  
 $\eta \sim 60\%$   
**27 PJ**  
 $CH_4$   
 Fuel Cell  
 $\eta \sim 60\%$   
**16 PJ**

**Waste2X**  
**30 PJ**  
 Waste created in summer (e.g., non-recycled plastics)  
 Ultra High Temp Hydrolysis  
 $\eta \sim 65\%$   
**20 PJ**  
 $CO + H_2$   
 Fuel Cell  
 $\eta \sim 55\%$   
**11 PJ**



-8.8 TWh = -31.6 PJ

**Total potential > 39 PJ**

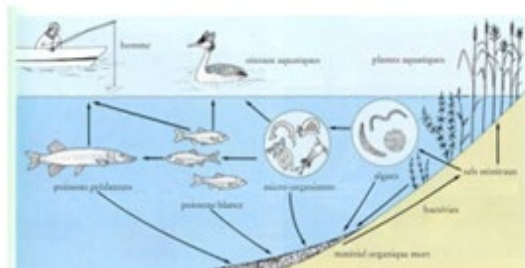
# Motivation

Des tonnes de macrophytes sont récoltées plusieurs fois par an pour dégager les ports et les plages.

Elles sont compostées à terre ou dans l'eau, et peu de recherches ont été menées pour évaluer le potentiel énergétique de cette biomasse.

Les macrophytes sont essentiels à l'écologie aquatique

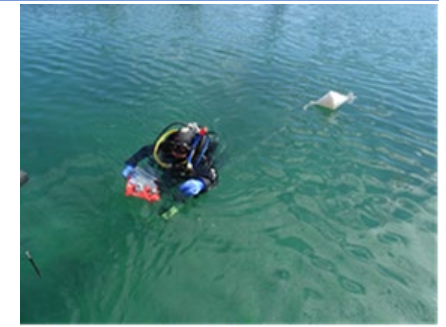
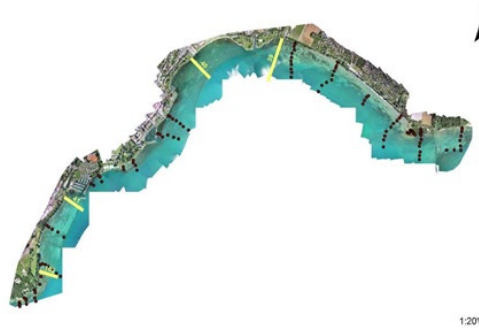
Il existe une piste à explorer qui concerne la culture de macrophytes sur des plateformes dédiées. Cela présenterait des bénéfices tant pour la faune lacustre que pour la conversion en hydrogène vert ou biométhane après récolte.



# Travaux préliminaires et compétences des partenaires du projet

## Maison de la Rivière (MDLR):

Laboratoire affilié à HEPIA/HES-GE, spécialisé dans la recherche en écologie aquatique sur les lacs et les rivières. La MDLR a déjà réalisé plusieurs études sur l'importance des macrophytes lacustres et leur développement.



## Viteos SA:

A déjà réalisé plusieurs études sur le potentiel technico-économique de la gazéification de biomasse (bois).

5 tonnes de macrophytes récoltés dans le port de Prangins ont été séchées pour réaliser un test de gazéification avec Clean Carbon Conversion



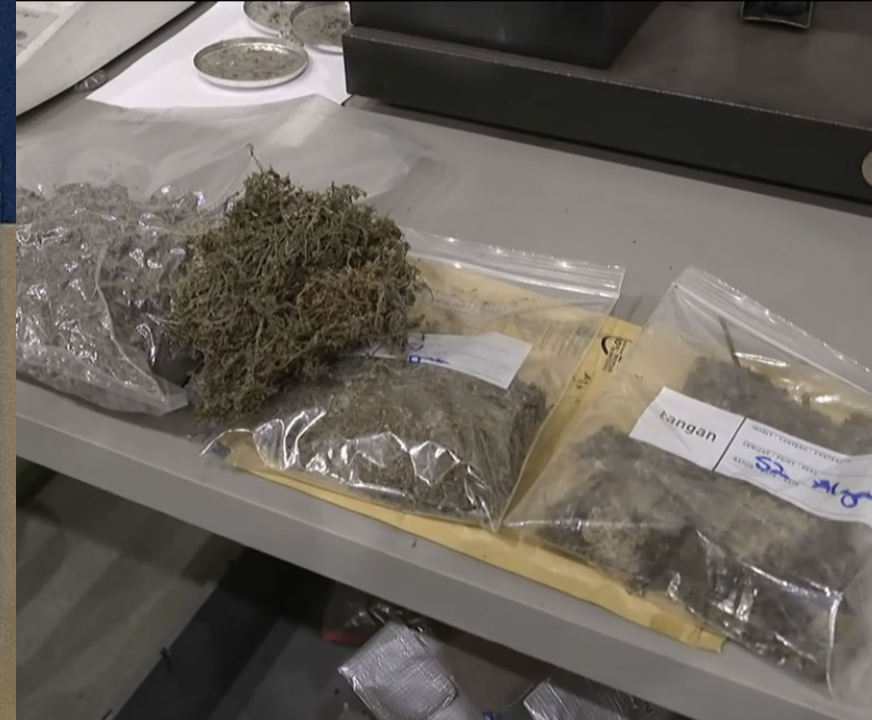
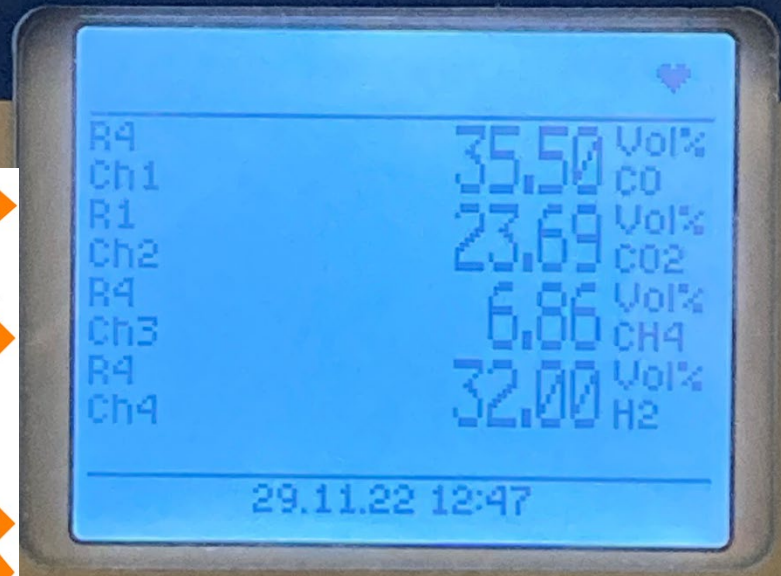
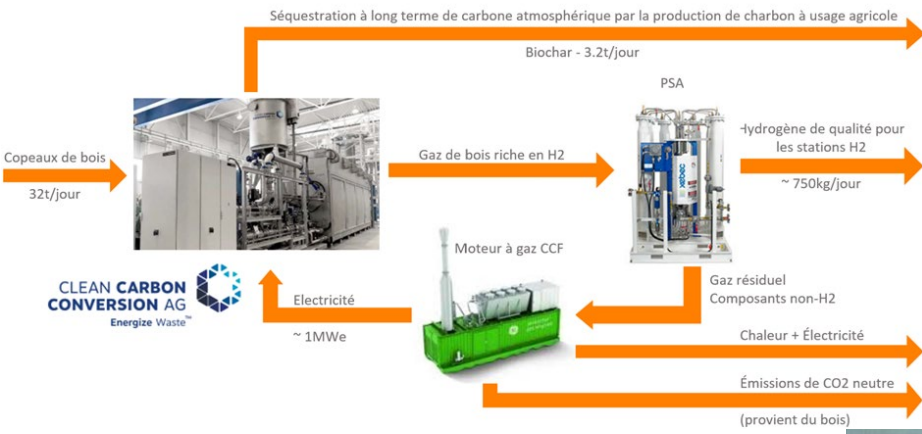
## Clean Carbon Conversion AG:

Développe le processus d'hydrolyse à ultra haute température (UHTH)

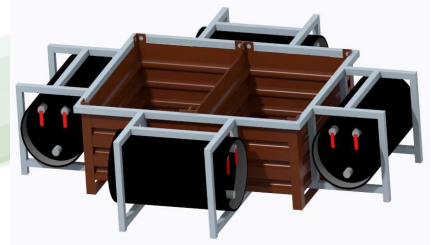
<https://www.rts.ch/info/sciences-tech/13622162-hydrogene-une-piece-essentielle-du-puzzle-de-la-transition-energetique.html>



# Le processus UHTH (Ultra High Temperature Hydrolysis).

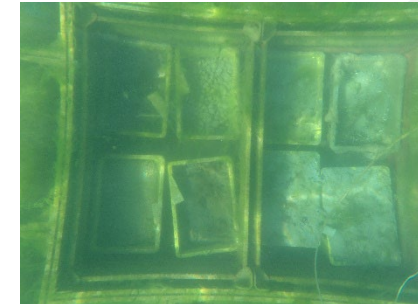
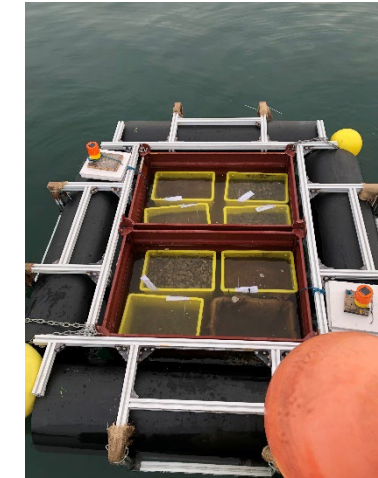
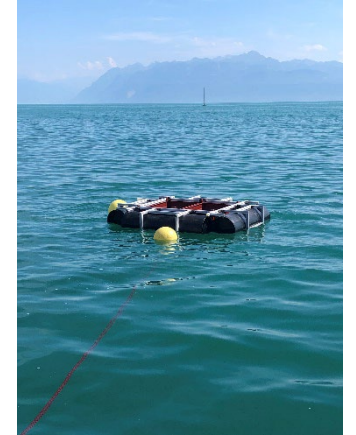
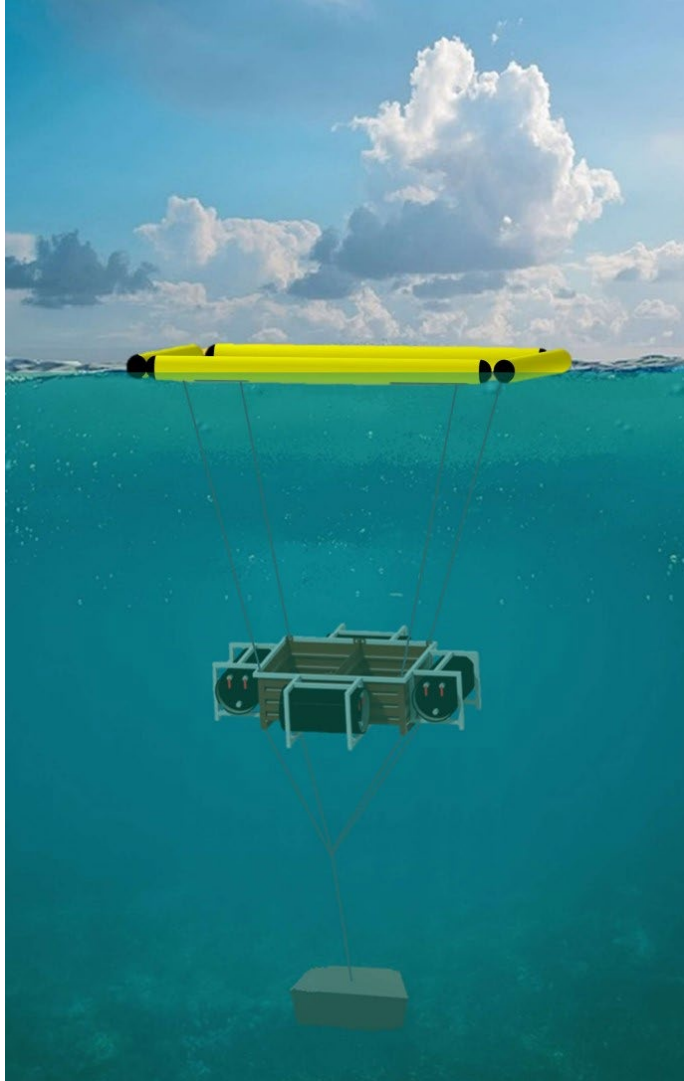


# Développement de la plateforme pour la croissance des macrophytes (avec différents substrats)



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



# Objectifs du Projet

## Génération de biomasse :

- Réaliser une plate-forme expérimentale dédiée comprenant la sélection de substrat pour la croissance des macrophytes.
- Cultiver séparément différentes espèces de macrophytes.
- Observer la présence de poissons et autres organismes vivants dans les herbiers pendant et après la saison de reproduction.
- Mesurer la teneur en oxygène autour de la plate-forme.
- Réaliser des essais de récolte des macrophytes cultivés sur la plate-forme et récolter au minimum 4 tonnes des ports et des plages.
- Estimer la récolte potentielle de macrophytes dans les lacs suisses (au minimum le Léman, Neuchâtel, Bienne, Morat).

## Gazéification de la biomasse :

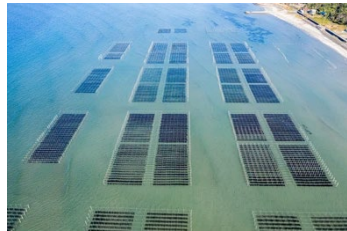
- Optimiser le ratio de production de syngaz (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>) obtenu à partir du processus UHTH pour une production maximale d'hydrogène.
- Déterminer le temps idéal dans le réacteur pour la production de biochar.
- Vérifier la qualité du biochar.
- Vérifier que tous les polluants sont bien piégés dans les épurateurs de la machine CCC.

## Déploiement à grande échelle :

- Évaluer le bilan énergétique complet de l'ensemble du processus, de la croissance des macrophytes à la livraison de l'hydrogène.
- Évaluer la faisabilité économique de la production d'hydrogène par la gazéification des macrophytes.
- Déterminer un plan d'entretien pour les grandes plates-formes.
- Évaluer l'impact potentiel sur les écosystèmes lacustres.
- Estimer le potentiel global sur tous les lacs suisses.



# Chaine de valorisation des macrophytes



Construction et  
pose des  
plateformes

Culture des  
macrophytes et  
maintenance

Récolte et  
transport des  
macrophytes

Transformation  
des  
macrophytes

Valorisation  
des  
macrophytes

Dive Explorer  
Pro et sous-  
traitants

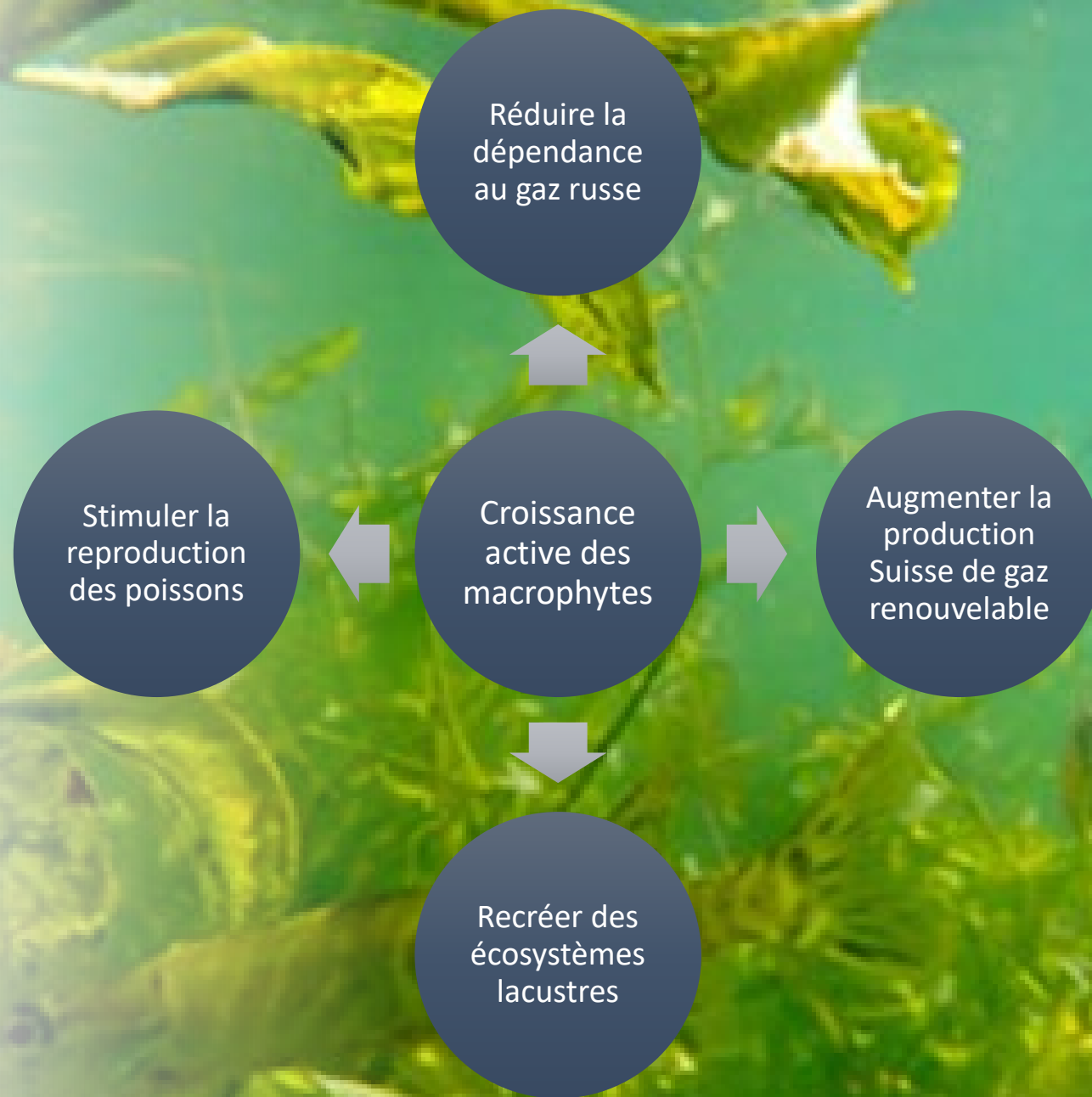
Associations  
de pêcheurs

Communes –  
AVALGO

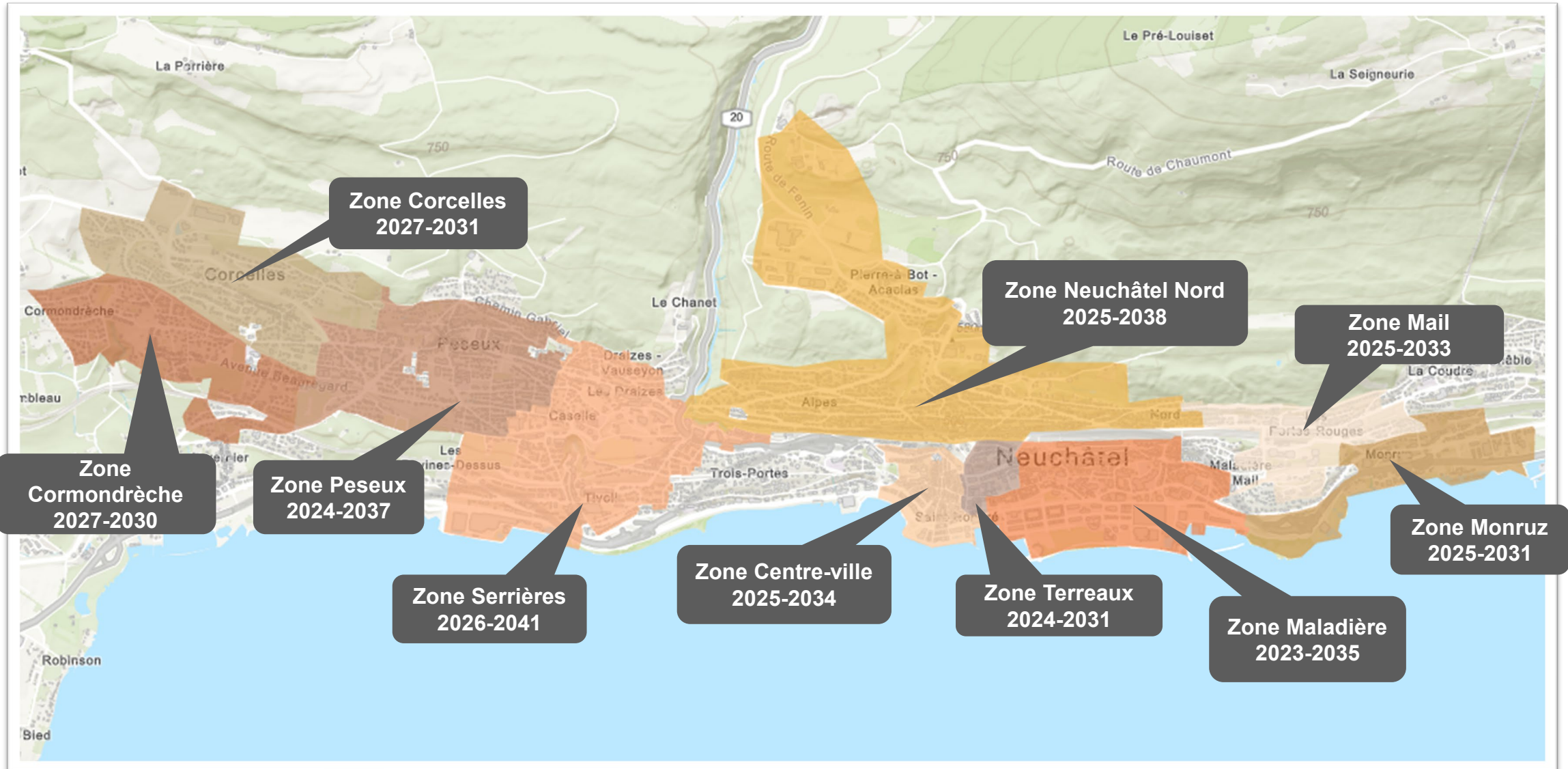
MMI -  
Proxipel

CCC –  
VITEOS

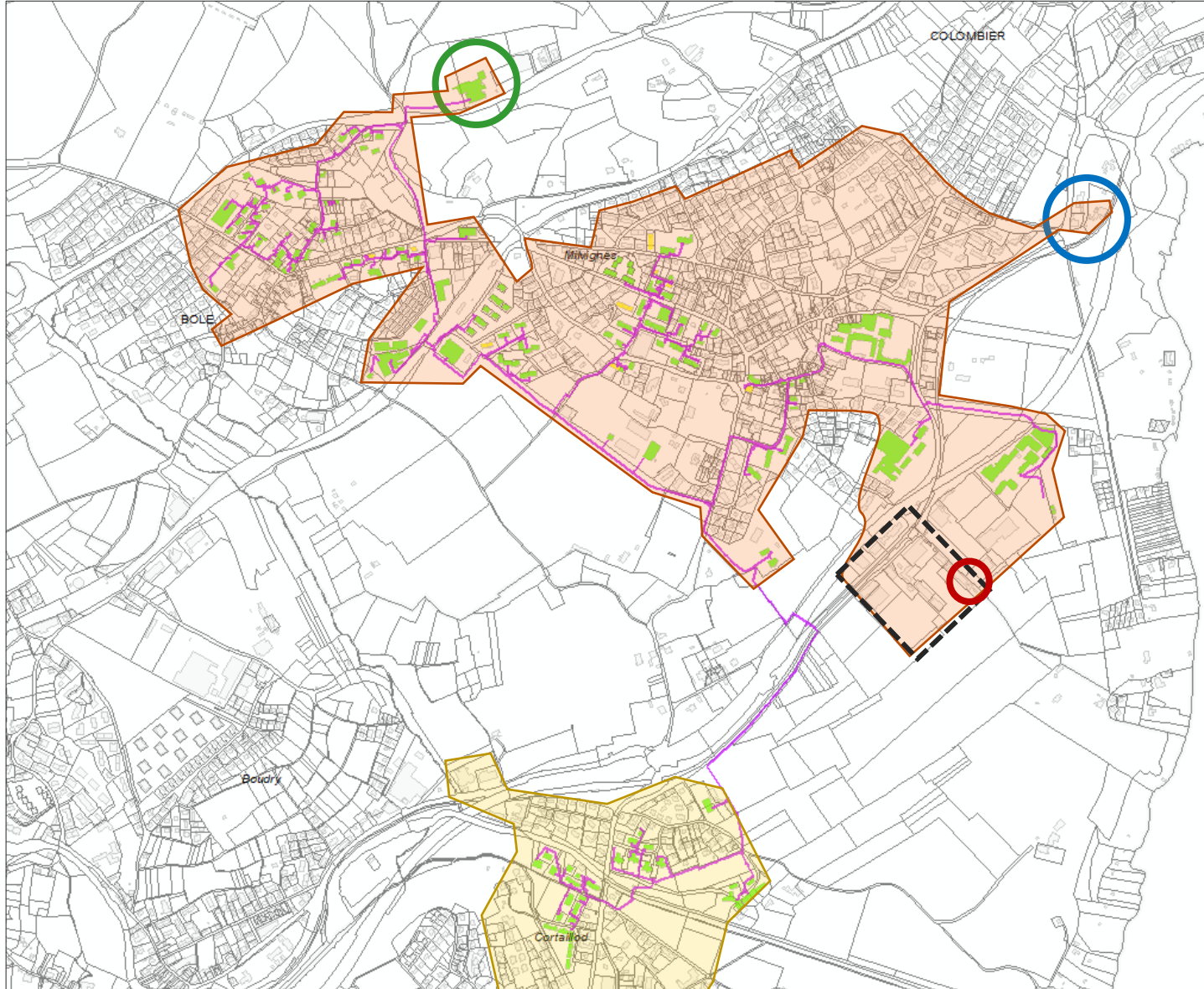
# Conclusion



# Zones de développement CAD -Neuchâtel



# Réseau CAD - Milvignes



## Sources de chaleur actuelle:

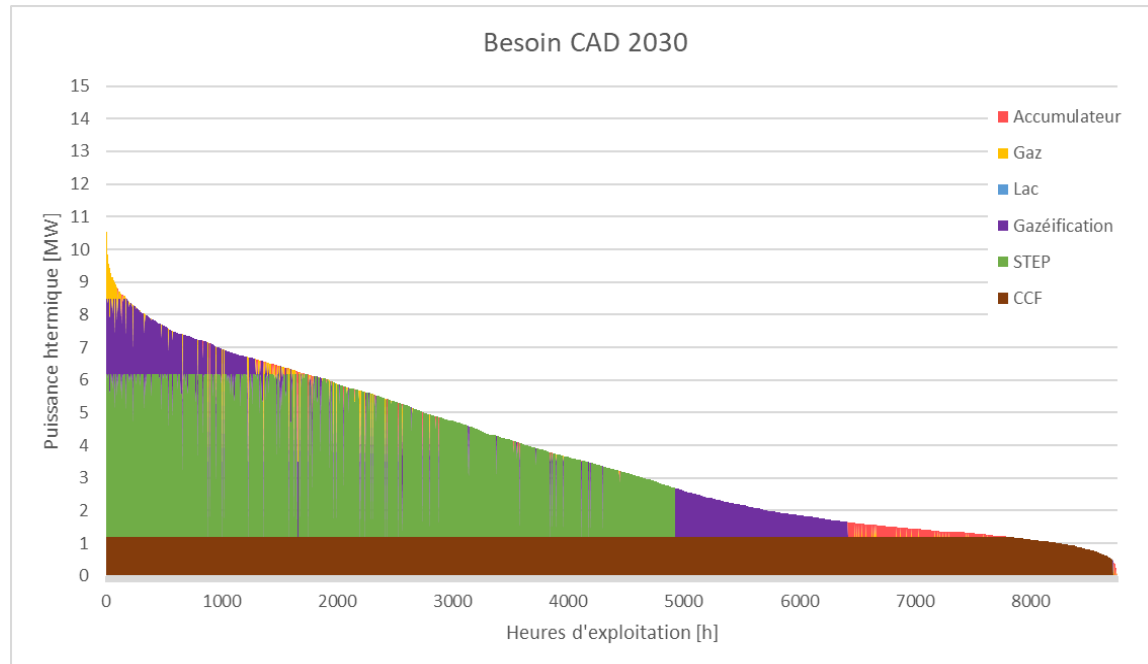
- UVTD Cottendart
- Chaudière gaz

## Sources de chaleur futur (étude):

- STEP - Lac
- Gazéification Cottendart

# Sources de chaleur à futur

1. PAC valorisant:
  - a) Eaux traitées STEP
  - b) Eau du lac (complément)
2. Gazéification bois



Le processus de pyrolyse à haute température produit un gaz de synthèse qui peut être valorisé de différentes façons:

- a) CCF: production élec + chaleur
- b) H<sub>2</sub>: purification du gaz

Le gazéificateur peut être alimenté par différentes ressources locales:

- i. Bois
- ii. Macrophytes lacustres

➔ Permet de générer du biochar

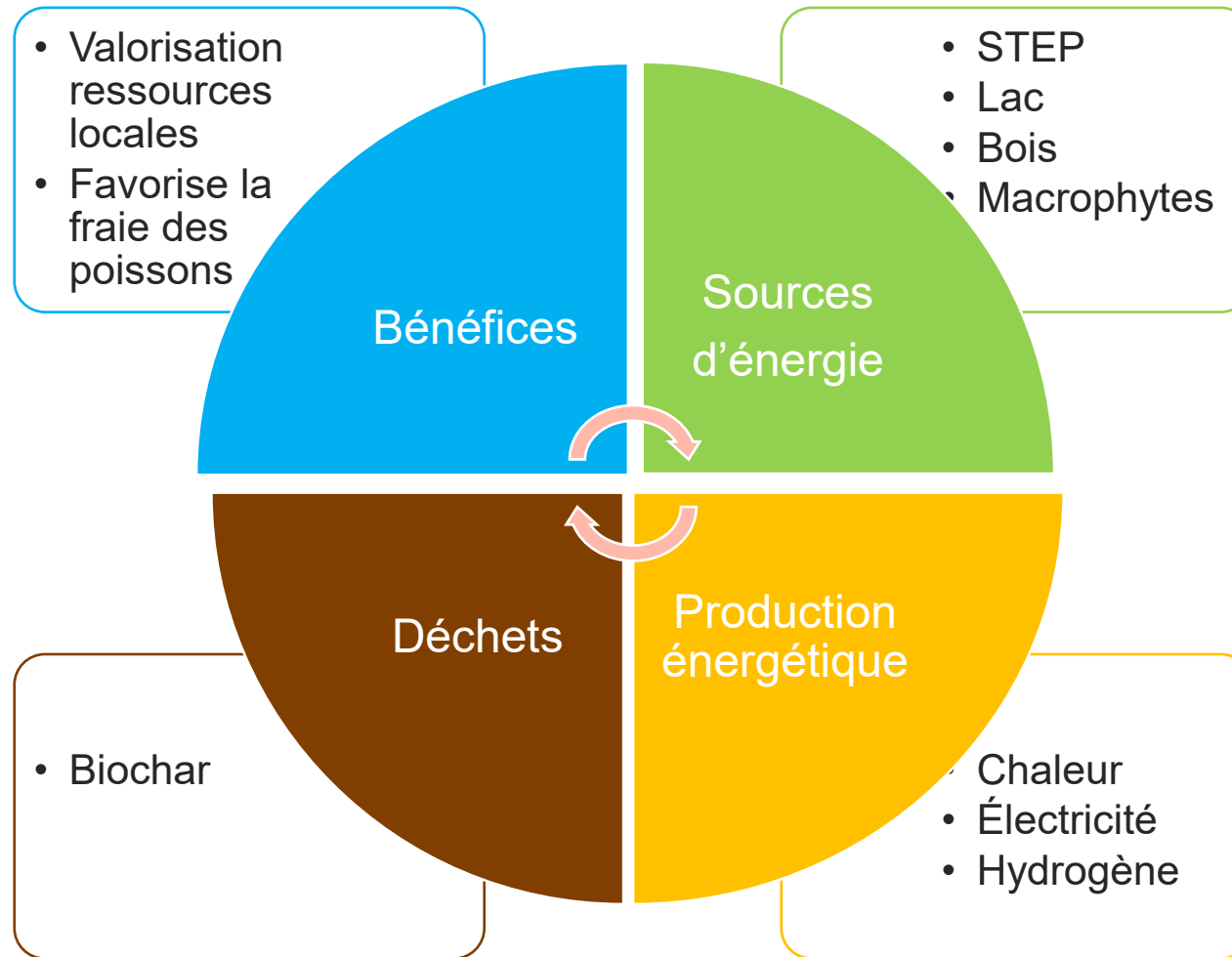
# Sources de revenus potentiels

1. Vente de chaleur au réseau CAD
2. Production électrique (plus importante en hiver)
3. Production d'hydrogène (mobilité)
4. Vente de biochar (charbon agrigole): permet d'améliorer la fertilité des sols

- Optimisation sur ces différents paramètres
- Le biochar est un puits de carbone



# Cycle de valorisation énergétique



# Prochaines étapes

1. Déterminer les quantités de macrophytes focardables dans nos lacs et leur potentiel énergétique
2. Déterminer la production supplémentaire possible de macrophytes dans les lacs suisses
3. Déterminer le potentiel énergétique des macrophytes
4. Déterminer les coûts de production énergétique à partir de macrophytes en complément d'autres sources comme le bois.



# Remerciements: FOGA



## **Viteos SA**

Case postale 3206  
Quai Max-Petitpierre 4  
CH - 2001 Neuchâtel 1



[www.viteos.ch](http://www.viteos.ch)

Merci de  
votre attention