

Journal de projet – Atelier pour le climat 2013/14



Hydrolienne dans notre Rhône valaisan

Equipe de projet: Maël Forestal, Abraham Dorsaz, Sébastien Moulin et Mathieu Voeffray.

Métier: Automaticiens

Année d'apprentissage: 1^{ère} année d'apprentissage

Nom de l'école ou de l'entreprise: École des métiers du Valais

Nom de l'enseignant ou du maître d'apprentissage: Joseph Métrailler

Résumé du projet:

Dans ce projet nous avons voulu exploiter plus profondément les énergies renouvelables. Nous avons d'abord réfléchis aux énergies renouvelables possibles, exploitables et acceptables par la population. Nous en avons conclu que l'énergie hydraulique était une des plus favorable pour le canton du valais. Malgré la difficulté de trouver des informations fiables, nos recherches et calculs ont permis de prouver la rentabilité, le coût de celle-ci et l'endroit idéal où la placer. Dès lors, nous avons proposé d'installer une hydrolienne dans le lit du Rhône.

Projet Planification: Potentiel d'économie d'énergie en kWh par an:

Catégories du concours: Prix planification.

Sommaire

1. Introduction	3
1.1. Situation de départ	3
1.2. Motivations	3
2. Recherche d'idées / définition du projet.....	4
2.1. Définition du projet et objectifs	4
2.2. Faisabilité	4
3. Planification du projet.....	4
3.1. Les étapes les plus importantes	5
3.2. Plan détaillé des tâches	5
4. Mise en œuvre concrète	6
4.1. Lieu	8
5. Calculs.....	8
6. Rapport du projet	10
6.1. Rétrospective	10
6.2. Prises de conscience	10
6.3. Perspectives	10
7. Bibliographie	11
Annexes	12

1. Introduction

1.1. Situation de départ

Ici en suisse nous sommes actuellement environ 8 millions d'habitants. Chaque habitant consomme automatiquement de l'énergie et des ressources naturelles pour le bien de son espérance de vie. Ce fait, de consommer de l'énergie, multiplié par huit million, a tout de même un certain impact sur le climat. Nous utilisons tous les jours de l'énergie, tout type d'énergie : l'électricité, le gaz, le pétrole etc. Le fait d'utiliser de l'électricité n'a pas grand impact sur le climat mais au contraire, l'utilisation trop élevée d'énergies fossiles comme le pétrole, entraîne une modification de l'environnement. En exemple, la consommation de pétrole entraîne la production de gaz à effet de serre qui eux forme, d'où leur nom, l'effet de serre et entraîne un changement climatique, plus précisément un réchauffement climatique.

Il n'est pas facile d'influencer ces changements climatiques et de les rendre grandement meilleurs. Par contre nous pouvons essayer de baisser leurs rapidités de changement, de revenir à une moyenne plus correcte. Afin d'essayer de rendre le climat meilleur je dirais tout d'abord que nous devons passer plus de temps sur ce sujet, investir plus et surtout le mettre le plus possible en avant. C'est-à-dire que nous devons à tout prix favoriser les énergies renouvelables qui pourront peut-être améliorer notre façon de consommer. Je dirais aussi que l'électricité est l'énergie du futur car elle est renouvelable et de plus il existe de nombreux moyens d'en créer.

1.2. Motivations

- On a choisi de faire ce concours car on veut proposer de nouvelles techniques pour économiser ou utiliser de l'énergie renouvelable.
- Nous proposons un projet pour le Valais, qui ensuite pourrait être utile pour d'autres régions.
- Nous aimons travailler avec les énergies notamment celle de l'électricité!
- Gagner le concours (premier prix : 1'000 CHF)
- Les moyens de réaliser notre projet sont fournis par l'École des métiers du Valais.
- Donner des idées concrètes aux ingénieurs qui pourront peut-être créer une nouvelle façon de fabriquer de l'énergie électrique.

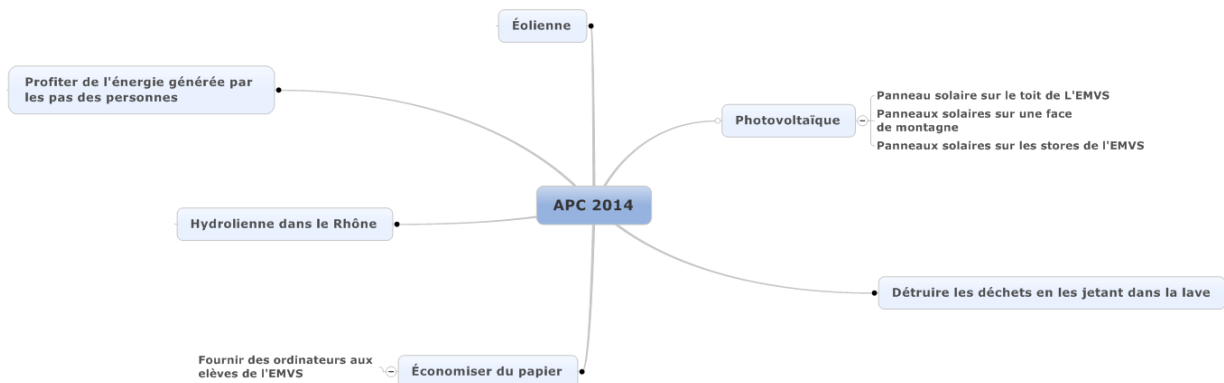
2. Recherche d'idées / définition du projet

2.1. Définition du projet et objectifs

Planification de construction d'hydroliennes principalement dans les rivières valaisannes. Avec un calcul de bénéfice et de pourcentage possible en valais et dans toute la suisse si le projet est utilisé.

Avec comme objectifs de diminuer le plus possible l'énergie nucléaire utilisée en valais par l'énergie hydrolienne.

2.2. Faisabilité



- Le projet de planification répond le mieux à notre objectif.
- La mise en œuvre du projet est réaliste d'après nos calculs, mais il nous manque tout de même quelques informations.
- Les principaux problèmes de la réalisation de notre projet sont le temps et la complexité de rassembler toutes les informations afin de prévoir une réalisation faisable.

3. Planification du projet

- Le but de notre projet est de réaliser une planification de construction/installation d'hydrolienne dans le Rhône valaisan.
- Il nous reste 4 demi-après-midi depuis ce jour c'est-à-dire le 10.02.2014.
- Il nous faut trouver tout le matériel nécessaire à cette réalisation, on doit aussi connaître les différentes dimensions et informations sur le Rhône telles que la vitesse, le débit etc. Les personnes qui pourraient nous soutenir/aider sont tout d'abord les profs pour des informations générales et l'état du valais pour des informations plus précises.

- Les problèmes qui peuvent apparaître : manque de temps / manque d'informations compliquées à obtenir / manque de connaissance pour la planification. Les personnes qui peuvent nous aider : les profs / nos connaissances / des personnes qui travaillent dans le domaine.
- Il faudrait encore convaincre l'état du valais et les dirigeants et responsables de la ville de Sierre, Sion, Martigny et Monthey.
- Au niveau du matériel, il nous faudrait tout d'abord des hydroliennes, des supports d'hydroliennes, tout pour leur installation dans le Rhône. Et au niveau des services, nous aurions besoin de nombreux ouvriers et personnes qualifiées pour les différentes actions à réaliser. Pour ce qui est des coûts de cette construction, nous pensons qu'il est impossible de financer ça de nous-même par contre nous pourrions faire la demande de financement à l'état du Valais

3.1. Les étapes les plus importantes

<i>Quoi</i>	<i>Délai</i>
Recherches d'informations sur l'hydrolienne	10.02.14
Recherche des lieux favorables	17.02.14
Calcul (estimation) d'économie possible + schéma	17.02.14
Finitions	24.02.14

3.2. Plan détaillé des tâches

<i>Quoi</i>	<i>Qui</i>	<i>Jusque quand</i>
Mindmap	<i>Abraham Dorsaz</i>	10.02.14
Recherche du prix de construction	<i>Sébastien Moulin</i>	17.02.14
Recherche des dimensions	<i>Mathieu Voeffray</i>	10.02.14
Recherche du courant obligatoire	<i>Maël Forestal</i>	10.02.14
Recherche des lieux favorables avec des statistiques (dimensions/courant)	<i>Sébastien Moulin et Maël Forestal</i>	10.02.14
Calcul de l'énergie produite (en fonction du lieu)	<i>Abraham Dorsaz</i>	17.02.14
Calcul du pourcentage (avec schémas)	<i>Mathieu Voeffray</i>	17.02.14
Finitions du rapport	<i>Tout le groupe</i>	24.02.14
Correction du 1 ^{er} rapport	<i>Tout le groupe</i>	10.03.14

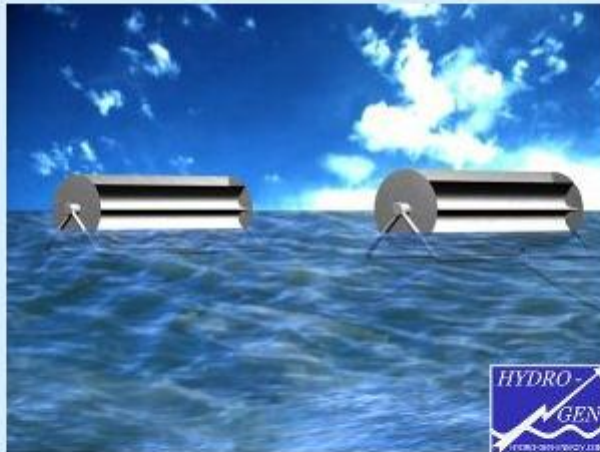
4. Mise en œuvre concrète

Capture d'écran d'informations pouvant être utiles pour des idées ou des exemples.

Hydrolienne (roues à aubes flottantes)

LANCER LA
PRÉSENTATION

SUIVANT

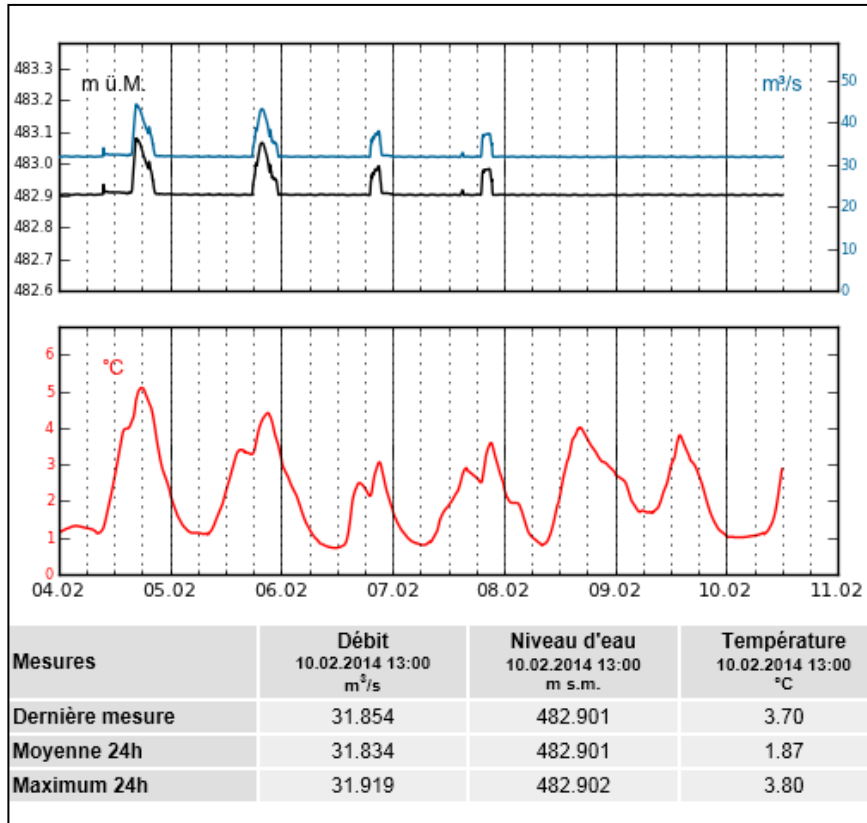


[Retour](#)

Source : <http://vdm-hydrolienne.webnode.fr/i-lhydrolienne/>

- Nous avons trouvé que la vitesse de rotation d'une hélice sous-marine est limitée par le risque de cavitation en extrémité de pale. Pour éviter la cavitation, cette vitesse doit être limitée à environ 10 m/s ce qui nous est favorable car le Rhône ne dépasse pas les 10 m/s.

- Les hydrolienne deviennent intéressantes si le courant dépasse les 2 m/s. Si cette vitesse n'est pas atteinte, l'infrastructure n'est pas rentable.



Source : www.vs.ch

Ce tableau trouvé sur le site du valais représente les différentes augmentations et diminutions du débit du Rhône, son niveau d'eau et sa température avec les mesures effectuées sur 24 heures.

Les courbes de la **température (en rouge)**, du **débit (en bleu)** et du **niveau de l'eau (en noir)** sont aussi représentées graphiquement.

4.1. Lieu

Le lieu le plus favorable pour l'installation se situe à port-Valais car dans cette zone, le Rhône est au mieux au niveau de sa largeur : 17 mètres de large. On peut donc en mettre plusieurs dans le sens de la largeur. De plus, la vitesse du fluide (le Rhône) est de 3 m/s ce qui est largement suffisant.

Extrait du projet d'essai effectué en France dans la Seine :

Source : <http://ecologie.blog.lemonde.fr/2010/06/30/installer-des-hydroliennes-dans-la-seine-fausse-bonne-idee/>

« Les hydroliennes utilisent l'énergie cinétique des courants marins. Or, la vitesse de la Seine oscille entre 0,5 et 1 mètre par seconde, ce qui est très faible. Avec une hydrolienne de 5 mètre de diamètre, on arrive à une puissance de 4 kW, ce qui est ridicule. Selon le chef d'entreprise, il faudrait un courant de 2 à 3 m/s pour que la puissance diluvienne intéressante et s'élève à 120 kW, comme c'est par exemple le cas à Montréal, sur le fleuve Saint-Laurent, où une hydrolienne a été installée à l'été 2011. »

Selon le site : <http://www.carriereselectrisantes.com/projets/des-hydroliennes-dans-le-fleuve-st-laurent/>

Grâce à ses infrastructures, l'économie d'énergie réalisée est non négligeable grâce aux hydrolienne installée dans le fleuve Saint-Laurent.

5. Calculs

- Formule pour la puissance cinétique de wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrolienne>

La puissance cinétique d'un fluide traversant un disque de section S est :

$$P_{cin} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot V^3 \text{ en W, avec :}$$

3. Rendement de l'énergie récupéré par rapport à l'énergie reçue

L'énergie hydrolienne est, tout comme l'éolien, soumise à la limite de Betz, en ce qui concerne l'énergie maximale que l'on peut récupérer par rapport à celle qui est reçue.

Cette limite de Betz indique que lorsque l'on transforme une énergie mécanique (comme l'énergie cinétique du courant), on peut récupérer au maximum 16/27 de cette énergie.

L'énergie cinétique d'un courant marin dépend de la surface S qui récupère le fluide (ici l'eau), la masse volumique de ce fluide (ici environ 1000 kg par m³) et de la vitesse de ce fluide.

$$P_{max.récupérable} = 16/27 * (\frac{1}{2} * \mu_{fluide} * S * V^3)$$

μ : masse volumique du fluide en kg/m³

S : Surface qui récupère le fluide en m²

V : Vitesse du fluide en m/s

En plus de cela, il faut considérer les pertes occasionnées par l'appareil chargé de transformer l'énergie mécanique en énergie électrique c'est à dire l'alternateur de l'hydrolienne (voir [Mécanismes d'une hydrolienne](#))

Source :

<http://tpehydroliennes.webnode.fr/co%C3%BBt%20et%20rentabilite/>

P_{cin} : Puissance cinétique
 ρ : Masse volumique du fluide (eau douce $1\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, eau de mer $1\,025\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
 S : Section en m^2
 V : Vitesse du fluide en m/s (3m/s pour le Rhône)

Diamètre de notre hydrolienne (d) : 5 m

$$\text{Section de notre hydrolienne (S)} : \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = 19\text{m}^2$$

$$\text{La puissance maximale récupérable : } P_{\text{max}} = \frac{16}{27} \left(\frac{1}{2} \cdot S \cdot V^3 \cdot \rho \right) = 16/27 * (1/2 * 1000 * 19 * 3^3) = 150\text{kW.}$$

$$\text{Energie produite en une année (MWh)} = 150 * 10^{-3} * 365 * 24 = 1400\text{ MWh}$$

Consommation électrique valaisanne : 12000 [GW/an]

Production de notre hydrolienne : 1,4 [GW/an]

$$\text{Le pourcentage de rentabilité de notre hydrolienne} = (100 * 1.4) / 3230 =$$

0.043%

Si l'on mettait une centaine d'hydrolienne dans le Rhône, on atteindrait 4,3 % de la consommation électrique Valaisanne !

Nous avons trouvé que le prix d'une hydrolienne se calculait par rapport à la puissance qu'elle fournissait. Nous avons justement trouvé que pour des grosses hydroliennes, le prix se montait à 3000€ par kW environ.

Source :
<http://tpehydroliennes.webnoes.de.fr/co%C3%BBt%20et%20rentabilit%C3%A9/>

➤ Coût et rentabilité d'une hydrolienne

Afin de savoir si l'énergie hydrolienne peut s'avérer comme une énergie de demain, nous nous sommes intéressés à son coût et à sa rentabilité.

Pour cela, nous avons monté une expérience, où nous avons utilisé l'eau pour faire tourner une hélice qui entraînait une dynamo, reliée à un multimètre. Nous avons donc pu constater qu'il y avait une production d'électricité, et que plus on augmentait le débit de l'eau, plus l'hélice tournait vite et en conséquence on obtenait une production d'électricité plus importante. Cela met en avant l'importance de la force du courant.

Aujourd'hui, le coût d'une hydrolienne est d'environ 3000€ par kW, ce qui est proche du prix d'une éolienne offshore (éolienne implantée en mer). Mais ce prix dépend de la puissance de hydrolienne : plus elle est importante, moins le prix du kW installé est élevé. Il paraît donc important de choisir les sites où le courant est le plus fort, afin d'avoir un coût total plus faible et une production plus importante. La France est très bien desservie en terme de courants marins exploitables. Ils permettraient de produire environ 3GW, soit un tiers de la production possible estimée en Europe.

6. Rapport du projet

6.1. Rétrospective

- *Notre objectif initial était de planifier la construction d'une hydrolienne en Valais, avec les pourcentages que celles-ci génèrerait en énergie renouvelable.*
- *Nous nous sommes très vite rendu compte que notre la planification de la construction n'était pas réalisable avec nos compétences actuelles. Cela demandait beaucoup trop de spécialisation dans le domaine. Par exemple, le seul fait de trouver un constructeur d'hydrolienne, avec estimation des prix était un obstacle.*
- *Cependant nous avons travaillé d'arrache-pied et avons réussi à trouver l'emplacement idéal, l'énergie produite par notre hydrolienne en une année en % et l'économie d'énergie.*
- *Pour conclure, nous sommes satisfait du résultat final, car nous avons fait de très bonnes choses avec nos capacités.*

6.2. Prises de conscience

- *Lors de ce projet, nous nous sommes rendus compte de l'apport des énergies renouvelables. Bien qu'il ne soit pas encore majoritaire, cet apport grandi de jour en jour, grâce à des petits projet comme le nôtre.*
- *Nous avons aussi appris à gérer un projet, ce qui est très compliqués malgré les apparences.*

6.3. Perspectives

- *Nous n'avons pas les capacités de réaliser notre projet, mais peut-être notre contribution pourra inspirer des ingénieurs, qui le réaliseront. Il manque peut-être quelques informations mais des professionnels, nous l'espérons, se serviront de nos chiffres.*

7. Bibliographie

Disponible sous : <http://tpehydroliennes.webnode.fr/co%C3%BBt%20et%20rentabilite/>

Ainsi que les informations concernant le Rhône sur :

<http://www.vs.ch/navig/navig.asp?MenuID=18274&RefMenuID=0&RefServiceID=0>

Et sur : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrolienne>

Liens des plans

Plan territoire générale :

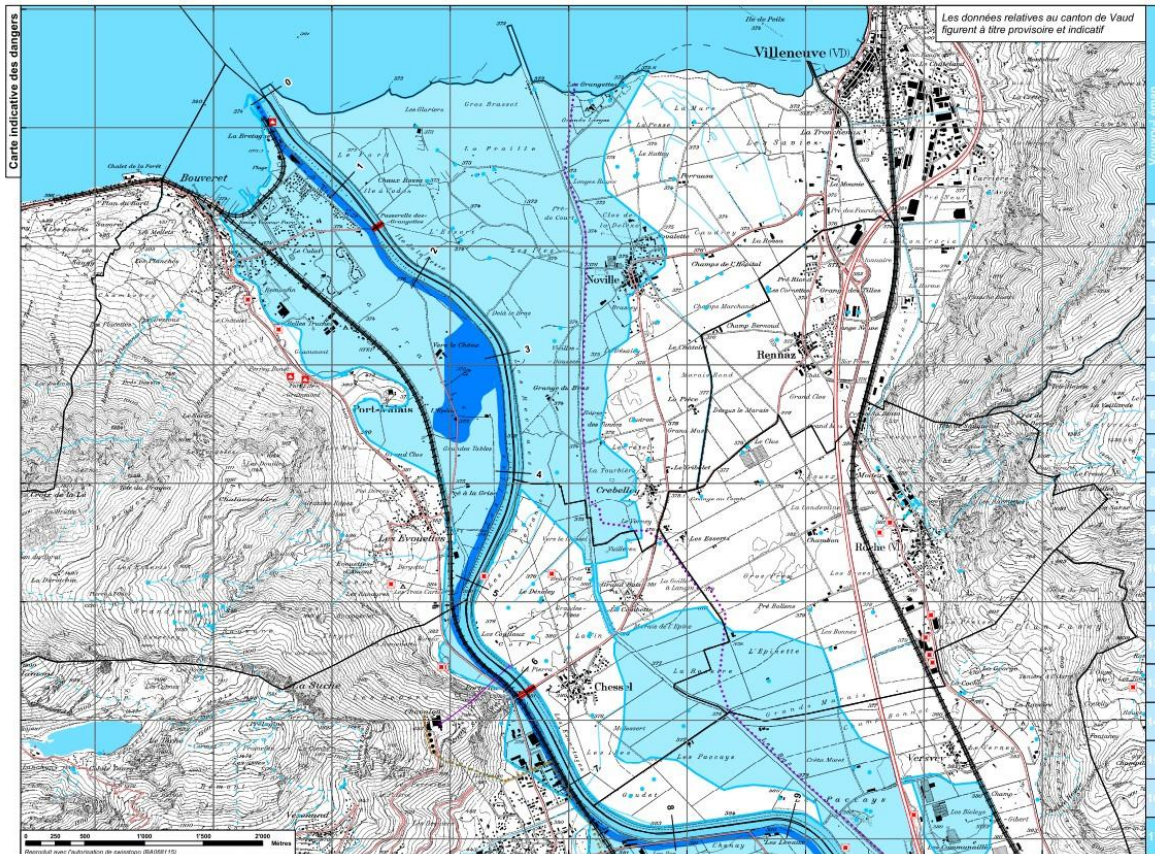
http://www.vs.ch/NavigData/DS_12/M18274/fr/plan_17_base.pdf

Plan des dangers : http://www.vs.ch/NavigData/DS_12/M18274/fr/plan_17_CID.pdf

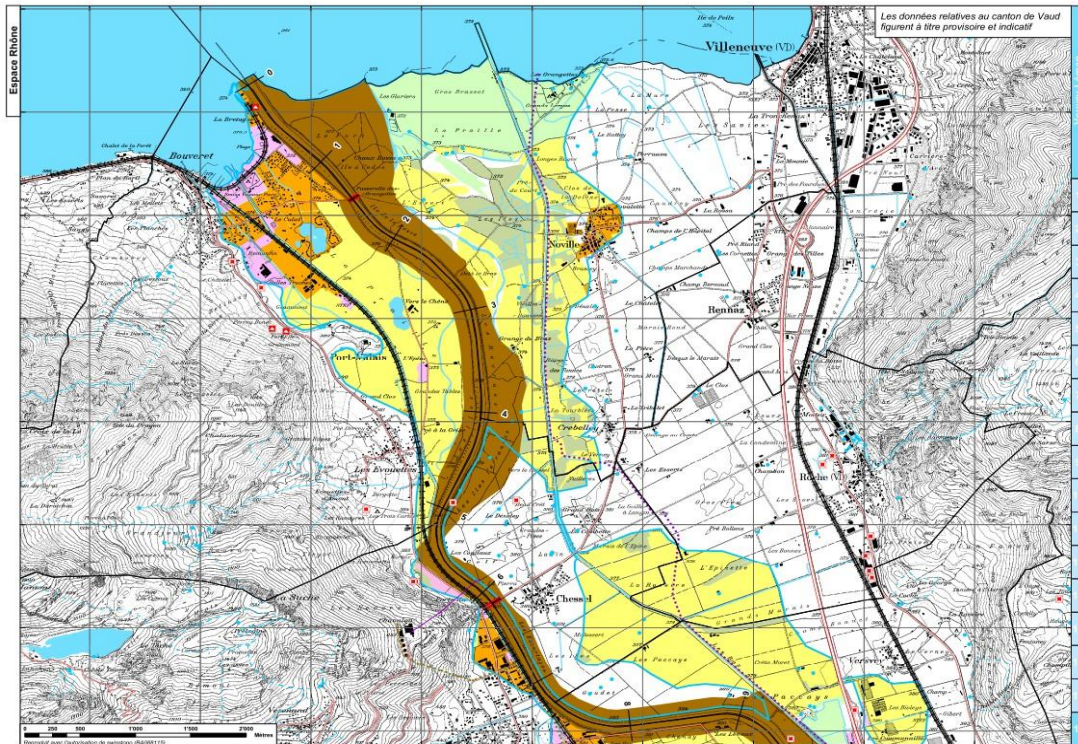
Espace du Rhône : http://www.vs.ch/NavigData/DS_12/M18274/fr/plan_17_espace.pdf

Annexes

Plan des dangers :



Plan de l'espace du rhone :



Plan de Port-valais en général :

