



Fonds agricole européen pour le développement rural

Avec la revitalisation des moulins à eau vers une énergie verte IDÉES DE CONCEPTION POUR LA REVITALISATION DES MOULINS SUR LES COURS D'EAU DE LA CARNIOLE-BLANCHE ET L'INSTALLATION DE PETITES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES

Contexte

Les moulins **sur les cours d'eau de la Carniole-Blanche** constituent une partie importante du patrimoine culturel de la Slovénie qui est, malheureusement, de plus en plus en voie de détérioration, puisque les moulins ne jouent plus leur rôle en tant que machines à eau (moulins, scieries). Ce patrimoine technique est en train de disparaître, enseveli sous les alluvions et les mousses des rivières **Kolpa, Krupa, Lahinja et Dobljica**, il est donc grand temps d'adopter une approche globale en vue de résoudre ce problème.

Avec le projet **«Avec la revitalisation des moulins à eau vers une énergie verte»**, mis en œuvre au sein du Plan Annuel d'Implantation (LIN 2010) dans le cadre d'un Groupe local d'action de la Basse Carniole et de la Carniole-Blanche avec l'aide de ressources du Fonds agricole européen pour le développement rural (FAEDR), approche LEADER, trois communes de la Carniole-Blanche (**les Communes de Črnomelj, Metlika et Semič**) se sont posé la question sur comment exploiter le potentiel énergétique des cours d'eau de la Carniole-Blanche et comment soutenir les nombreux propriétaires de moulins qui avaient déjà, auparavant, donné des suggestions pour la rénovation de ces bâtiments. Le projet a donné de nombreuses réponses, des idées, une vision de développement, tout en soulevant maintes nouvelles questions. Dans certains sites, traités de par le projet, les activités ont continué même après la réalisation des idées et sont ainsi plus proches de la réalisation des objectifs fixés. Le projet a incité certains autres propriétaires de moulins de divers sites non compris dans le projet, à réfléchir sur la remise en état et le contenu à donner à leurs bâtiments.

Acteurs

Le projet a été conçu autant pour un grand public intéressé que pour les services spécialisés responsables au sein des ministères et autres institutions participant aux procédures d'obtention des permis nécessaires pour la rénovation de bâtiments et des concessions pour la construction de petites centrales hydroélectriques (ci-après pCHE). L'idée du projet est de connecter autant de propriétaires de moulins que possible dans la région des trois communes, prêts à investir dans la revitalisation des moulins et la récupération d'énergie dans les pCHE. Un concept unique de réglementation ainsi qu'un **aménagement coordonné du territoire**, dont les contenus spécifiques seraient complétés par une succession de divers moulins au fil des rivières, permettrait un traitement complet en vue d'accélérer les procédures et d'assister les investisseurs intéressés pour une réalisation plus rapide de la vision de développement. Une telle revitalisation des bâtiments en question mènerait non seulement à la conservation du patrimoine et l'utilisation rationnelle de l'énergie renouvelable, mais aussi à la **connexion des sites spécifiques en une histoire commune** sur le respect de la culture de nos ancêtres, ceci étant intéressant autant pour nous que pour la formation et l'éducation des jeunes. De nouveaux contenus aux différents sites (ateliers musée, présentation du patrimoine, meunerie, cuisson de petits gâteaux, du pain, sentiers didactiques, baignade, sports nautiques, camping etc.), contribueraient au développement du tourisme en Carniole-Blanche et en Slovénie.

Parcours de travail

Les idées de conception pour la revitalisation des moulins sur les cours d'eau de la Carniole-Blanche et l'installation de pCHE ont été réalisées sur la base des résultats d'activités précédemment menées dans le cadre du projet intégré **«Avec la revitalisation de moulins vers une énergie verte»**, notamment le rapport **Les aspects environnementaux et les orientations pour la revitalisation adéquate des moulins sur les cours d'eau de la Carniole-Blanche et l'installation de petites centrales hydroélectriques, Oikos, conseil de développement, s.a.r.l., mai 2012**. **14 bâtiments** ont été pris en compte dans le projet, dont 11 sur la rivière Kolpa, 2 sur la Lahinja et 1 sur la Krupa. Les moulins sont situés dans des zones protégées, il s'agit notamment de zones de protection de la nature, en partie à l'intérieur de la zone **Natura 2000**, les bâtiments étant en majorité protégés en tant que patrimoine culturel, certains représentant même des monuments culturels. Le territoire au fil

des rivières est, dans la plupart des cas traités, zone inondable, ce qui se traduit en un grand nombre de restrictions de planification dans la région et une influence significative sur les décisions concernant l'utilisation de technologies appropriées pour l'utilisation de l'énergie renouvelable que représentent les rivières. Les bâtiments sont généralement très éloignés des zones habitées, ils font pour ainsi dire partie de segments **d'habitats dispersés**, sans raccordements aux réseaux municipaux à proximité, les sites sont utilisés uniquement durant la période estivale, lorsque les baigneurs viennent assiéger les berges des rivières, cherchent à se rafraîchir à l'ombre des grands arbres, et utilisent les moulins pour stocker leurs embarcations et autres choses.

Sources fondamentales

Sur la base d'études précédemment réalisées, pour la réalisation des objectifs fixés, il a fallu prendre en compte les suivantes **sources fondamentales** :

- remettre en état/remplacer les bâtiments existants (moulins, biefs, abées, barrages),
- assurer un débit acceptable du point de vue écologique,
- adapter les solutions au risque d'inondation,
- assurer le passage à travers les barrages aux organismes aquatiques et aux sédiments fluviaux,
- prévenir les blessures des poissons et autres organismes aquatiques,
- assurer la sécurité des usagers de la rivière (baigneurs, utilisateurs d'embarcation, pêcheurs),
- assurer la compatibilité avec les autres activités récréatives sur la rivière – baignade (lieux de baignade, sécurité des baigneurs), la navigation de plaisance (passage à travers les barrages, sites d'entrée et de sortie), la pêche (prévenir les blessures des poissons).

Les instructions sus-citées relatives aux segments traités de l'environnement-l'eau, la nature/la biodiversité et le patrimoine culturel ont été étudiées additionnellement en détail pour chacun des sites. Les moulins devraient être remis en état, remaniés ou reconstruits, des activités adéquates y devraient être proposées, et de petites centrales hydroélectriques devraient être implantées dans les auges près des moulins. Certains bâtiments en ruines devraient simplement être protégés contre la détérioration. Outre les visites sur le terrain et les mesures sur la base desquelles ont été réalisés les relevés architecturaux des bâtiments, nous avons aussi examiné les documents d'archives (notamment photographique), à disposition auprès du **Musée de la Carniole-Blanche à Metlika**, ou transmis individuellement par les propriétaires des moulins.

Concepts de programmes

Durant la procédure d'analyses des sites et des bâtiments nous avons constaté que certains sites possédaient un potentiel immédiat pour la récupération de l'énergie renouvelable, aussi bien du point de vue de l'état du barrage et des auges, que de l'accessibilité et des raccordements aux réseaux municipaux. Concernant les autres sites, l'installation de pCHE est conditionnée par la rénovation/ l'assainissement du barrage sur la rivière, la construction de produits municipaux et autres. Pour deux sites, pour lesquels il s'agit de bâtiments protégés du patrimoine culturel (monument culturel) il a été constaté que l'installation d'une pCHE dédiée principalement à la récupération d'énergie ne serait pas une solution acceptable et que le site est important du point de vue de la présentation du patrimoine, de la tradition des métiers du moulin (nombreux contenus techniques conservés) et de la protection de l'environnement naturel. Dans ces cas, nous avons proposé l'utilisation d'une roue à aubes pour moulin à céréales, avec ou sans production d'énergie électrique. Durant les entretiens avec les propriétaires des bâtiments, différentes idées, voire priorités, ont été exprimées. Pour certains sites traités, le souhait primordial était de produire un maximum d'énergie électrique en utilisant des nouvelles solutions technologiques adéquates pour l'environnement, qui entraîneraient par la suite l'obtention des ressources financières nécessaires à la remise en état du moulin. Dans certains cas, les investisseurs n'ont pas montré l'intention de donner au bâtiment des contenus additionnels et de l'exposer au public. Le programme proposé apparaît néanmoins comme option pour ces sites, les propriétaires remettront probablement les bâtiments en état pour leur propres fins.

La technologie des pCHE

Les solutions techniques appropriées pour l'installation de pCHE ont été définies sur la base des données hydrologiques à disposition, de la coordination avec les institutions professionnelles dans le domaine de la protection de la nature et de la conservation du patrimoine et des entretiens avec les propriétaires des bâtiments sur leurs tendances de développement. Bien que disposant de données hydrologiques laissant à désirer, nous avons évalué la puissance nominale des pCHE de chacun des sites. Les solutions techniques concrètes ont été

établies par des experts engagés pour la conception des pCHE, venant d'Allemagne. Sur la base des solutions techniques ainsi concrétisées, ont été de même élaborées les lignes directrices pour la continuation du processus de planification. La décision finale sur le choix de la technologie et les activités se déroulant dans le bâtiment est évidemment restée entre les mains du propriétaire, dépendant de son intérêt, de ses souhaits et de ses ressources financières pour investir, les idées de conception lui donnant uniquement un point de départ qu'il peut utiliser immédiatement pour la planification et, ultérieurement, la mise en œuvre du projet, soit un développement ou une amélioration.

Sites des moulins traités avec la technologie de pCHE sélectionnée

no.	Site du moulin	Technologie sélectionnée	Concepts de programmes
	Rivière Kolpa		
1	Madroničev mlin avec scierie, Prelesje 10	Vis d'Archimède 2 + roue à aubes	Tourisme, musée, meunerie
2	Radenski mlin, Gorenji Radenci	Vis d'Archimède - 1x	Tourisme, auberge, sport
3	Brečka malenca, Breg pri Sinjem vrhu	Roue à aubes, meule à grains	Culture, éducation
4	Mlin, Otok pri Vukovcih	Vis d'Archimède - 2x	Auberge, sport
5	Benetičev mlin, Vinica 69	Vis d'Archimède - 1x	Meunerie
6	Mlin v Vidinah, Preloka 49	Vis d'Archimède - 2x	Présentation du patrimoine
7	Kuzmin mlin z žago v Pobrežju pri Adlešičih 4	Roue à aubes, roue de scie	Scierie, meunerie, tourisme
8	Fortunov mlin, Krasinec 23	Vis d'Archimède - 2x	Tourisme, auberge
9	Mlin, Otok 24	Vis d'Archimède - 1x	Auberge, sport
10	Mlin, Križevska vas 64	Vis d'Archimède - 1x	Musée
11	Mlin, Želebej	Vis d'Archimède - 2x	Culture, salle polyvalente
	Rivière Lahinja		
12	Domačija Butoraj 6	Roue à aubes	Éducation, tourisme
13	Trčkova domačija, Križevska vas 80	Vis d'Archimède 1 + roue à aubes	Présentation du patrimoine
	Rivière Krupa		
14	Mlin, Moverna vas 1	Roue à aubes	Tourisme, éducation

Vis d'Archimède

La technologie des pCHE utilisant la vis d'Archimède semble extrêmement appropriée pour les basses chutes et les débits modérés, ce qui est spécifique de tous les cours d'eau de la Carniole-Blanche, car même dans une zone de petites charges, ils démontrent de hauts rendements et d'excellentes caractéristiques de fonctionnement. Ce système permet le passage des poissons sans blessure à travers ses deux spires en aval, même des branchages peuvent passer sans problèmes. Le bruit causé par la rotation de la vis n'est pas important, puisque la vis tourne à la même vitesse que le débit de l'eau, plus fort est le débit d'eau, plus fort est le bruit du générateur. Vu la nature inondable de tous les sites traités au fil de la rivière Kolpa, il est nécessaire de prévoir une version étanche des installations des pCHE, résistant un certain temps à l'inondation, moyennant une mise hors fonction de la pCHE. Des données hydrologiques précises n'étant pas disponibles pour les sites traités, nous avons défini, sur la base des caractéristiques hydrologiques générales des cours d'eau traités, des données d'accès concrètes et des visites effectuées sur terrain, des bases communes pour les différents cours d'eau. Dans le cas de la rivière Kolpa, nous avons défini certains paramètres clé pour l'exploitation du potentiel d'eau, tel que le débit d'eau à travers les pCHE qui, sur aucun des sites, ne doit dépasser 5 m³/s et la chute hydraulique qui est, vu la même hauteur de tous les barrages sur la rivière Kolpa, estimée à 1,20 m (voire plus tard jusqu'à 1,40m) sur tous les sites.

Les faibles débits et une chute de moins de 1,00 m sur la rivière Krupa ne permettent pas une utilisation rentable de la vis d'Archimède. Une situation similaire apparaît pour la rivière Lahinja. Une exception pourtant, un site traité en aval de la rivière Lahinja, juste avant qu'elle ne se jette dans la rivière Kolpa, où la chute hydraulique est estimée à 1,10 m. Sur la base de ces paramètres ont été définies deux versions possibles de pCHE, utilisant une vis d'Archimède simple ou double (par ex. TIP CS, WS2300, fabricant entreprise Rehat GMBH), dépendant de la largeur de l'abée/ de l'auge près du moulin.

Roue à aubes

La roue à aubes est l'une des plus anciennes machines hydrauliques connues et utilisée depuis l'antiquité. Les roues à aubes étaient à l'époque construites en bois, mais vu la mécompréhension des notions d'énergie cinétique et potentielle, les rendements étaient plutôt faibles. Avec le développement de l'ingénierie hydraulique et des nouveaux matériaux, la forme, aussi bien que les rendements et les puissances de sorties des roues à aubes se sont nettement améliorés. La caractéristique des cours d'eau de la Carniole-Blanche est l'utilisation de roues à aubes mues par le courant d'eau tangent à la partie inférieure. L'eau entre dans la roue sous son axe. Ce type de roue s'utilise pour les très basses chutes entre 0,5 m et 2,5 m et les hauts débits de 0,5 m³/s à 0,95 m³/s par mètre de largeur.

Divers tests prouvent que les rendements des roues à aubes sont élevés et relativement constants à travers toute la zone de charge. Ceci peut être attribué, entre autres, au développement de longue date et à l'amélioration des technologies de fabrication et de maintenance. Il en résulte que les roues à aubes représentent encore de nos jours une bonne alternative aux turbines plus exigeantes, notamment sur les cours d'eau avec des chutes basses et des débits modérés.

Pour les besoins de l'installation d'une roue à aubes dans les auge de moulins /abées existantes, il est nécessaire d'élaborer auparavant une évaluation statique des bâtiments existants et un assainissement statique des bâtiments conformément aux constatations issues de l'évaluation. L'aspect et les dimensions des roues à aubes doivent respecter le traditionnel. Le diamètre des roues n'augmente pas, puisque l'installation des axes de roues reste liée aux orifices existants sur la façade côté eau des bâtiments. La largeur des roues peut augmenter, tout en respectant les limites de la largeur de l'auge existante. Les roues à aubes sont entièrement fabriquées en bois ou en combinant bois/métal. Les pales sont en bois. La structure de support pour l'installation de la roue doit être réalisée sous forme d'un amalgame de pierre. Vu la nature inondable de tous les sites traités au fil de la rivière Kolpa, il est nécessaire d'envisager une version étanche des installations des pCHE, implantées à l'intérieur des bâtiments, directement sur l'axe de la roue.

Coordination des idées de conception

Les propositions d'idées de conception ont été présentées et coordonnées avec les propriétaires des moulins traités, qui ont activement participé à la phase de conclusion du projet « Avec la revitalisation des moulins à eau de rivière vers une énergie verte ». Ces propositions ont été de même présentées aux communes participantes et aux institutions professionnelles responsables du domaine de la protection de la nature et de la protection du patrimoine culturel. Leurs observations et suggestions ont été prises en compte en vue de dûment compléter ces idées de conception. Deux des 14 investisseurs ont décidé de poursuivre leur planification avec notre équipe de la société SAPO d.o.o., qui collabore à cet effet avec la société Ambiens d.o.o. (construction de bâtiments). Les deux sites sont présentés sur des affiches.



Le groupe d'auteurs après la remise du prix Maks Fabiani, photo: Nande Korpnik, 2014

Le projet a été partiellement financé par l'Union européenne des ressources du Fonds agricole européen pour le développement rural (FAEDR). Le projet a été co-financé par les communautés locales de la région LAS de la Basse Carniole et de la Carniole-Blanche. Le déclarant et responsable du projet est la Commune de Črnomelj. Les partenaires du projet: les Communes de Metlika, Semič et le Parc régional de la Kolpa.