



c o u r s d ' E A U

Matériel didactique sur l'hydrologie pour le niveau
secondaire II

Informations didactiques

Partie I

Suggestions didactiques pour l'emploi en classe

1. Possibilités d'utilisation
2. Objectifs d'apprentissage et compétences
3. Indications didactiques

Partie II

Modules – objectifs d'apprentissage directeurs et propositions de solutions

Module 1 : Evénements hydrologiques extrêmes

- Précipitations intenses
- Crues
- Gestion des crues
- Etiages

Module 2 : Valais – gestion de l'eau en mutation

- Ressources en eau
- Usages de l'eau
- Distribution de l'eau
- Gestion de l'eau jusqu'en 2100

Partie I

Suggestions didactiques pour l'emploi en classe

Depuis plus de 20 ans, l'«Atlas Hydrologique de la Suisse» (HADES), ouvrage scientifique de référence, regroupe de manière compacte les connaissances spécifiques et les informations hydrologiques de base. Le matériel didactique «cours d'EAU» contient ces contenus spécialement adaptés au niveau d'enseignement secondaire II. La méthode, sous forme imprimée et électronique, offre un environnement didactique au contenu réfléchi qui favorise une confrontation avec les problématiques hydrologiques actuelles. Les jeunes comprennent ainsi les différents aspects hydrologiques, économiques, sociétaux et écologiques des cours d'eau. Ils apprennent aussi à reconnaître les défis et à développer des options d'action.

1. Possibilités d'utilisation

La méthode «cours d'EAU» est composée de modules qui contiennent quatre fiches thématiques. Cette conception modulaire permet une utilisation flexible dans l'enseignement. Ainsi, les différents modules et fiches thématiques peuvent être utilisés de manière indépendante et mis en relation avec des événements actuels (p.ex., crue ou sécheresse) ou intégrés à l'enseignement au moyen d'un exemple géographique régional (p.ex. crue en Valais).

La flexibilité d'utilisation de la méthode répond aux différents plans d'enseignement et aux différents concepts des enseignants. Au niveau secondaire, «cours d'EAU» est particulièrement adapté à l'enseignement de base et complémentaire de la géographie ainsi que pour des semaines à thème. En école professionnelle, la méthode est adaptée pour l'enseignement de culture générale prévoyant la thématization des aspects de l'écologie, de la technologie et de l'économie.

Les quatre fiches thématiques imprimées par module servent de base de travail aux élèves. Le livre électronique (e-book) met à disposition une sélection de médias structurée (vidéos, audios, images et textes), facile d'utilisation, adaptée à notre époque, et dont le contenu est clairement en rapport avec les fiches thématiques imprimées. De cette façon, la méthode cherche à montrer l'importance des thèmes pour la société actuelle et future de manière proche de la réalité et en rapport avec l'actualité. De plus, «cours d'EAU» cherche à rendre possible une confrontation analytique ainsi que la mise en lien avec le monde des élèves.

«cours d'EAU» peut être utilisé selon diverses méthodes dans l'enseignement. La sélection des médias orientée vers les problèmes et les objectifs facilite la préparation et la conception de cours. Pour l'enseignement frontal, les médias sont projetables sur grand écran afin d'être intégrés dans des discussions, des questions ou/et des énonciations orientées sur les problèmes et impliquant la classe. Le concept didactique de «cours d'EAU» supporte différentes formes d'enseignements centrées sur les élèves. Sur la base des problématiques posées dans les fiches de travail, il est possible de faire des puzzles en groupe à partir d'une fiche thématique ou d'un module entier. La sélection de médias offre aussi une base précieuse pour un travail de recherche individuel des élèves.

2. Objectifs d'apprentissage et compétences

Le matériel didactique vise à favoriser plusieurs compétences et objectifs d'apprentissage

Les élèves...

- comprennent les aspects hydrologiques, économiques, sociétaux et écologiques significatifs pour les cours d'eau.
- se confrontent intensément aux modifications d'importance pour l'hydrologie tels que le changement climatique, la transition énergétique, l'urbanisation, les habitudes de consommation, la disponibilité et la consommation d'eau et leurs relations.
- reconnaissent les défis des prochaines décennies au cœur des tensions engendrées par différents intérêts concernant les cours d'eau.
- développent des options d'action orientées vers l'avenir concernant l'utilisation de l'eau, p.ex. pour l'approvisionnement en eau, l'énergie hydraulique, l'agriculture et la gestion d'évènements hydrologiques extrêmes.
- apprennent à réfléchir de manière analytique et autonome grâce à l'approche analytique et orientée vers les connaissances. Cela habilite les élèves à développer et à appliquer le savoir hydrologique acquis à d'autres situations, espaces vitaux et nouvelles problématiques.

Avec le concept didactique et la sélection de médias, les élèves acquièrent les compétences suivantes liées à l'enseignement au développement durable :

- La réflexion en réseau (réflexion systémique) : les élèves sont en mesure de porter différents regards (écologique, social et économique, local et global) sur des problématiques et de prendre conscience des dimensions du développement durable.
- Le jugement critique (valeurs) : les élèves sont aptes à mettre en relation divers valeurs et intérêts sociétaux. Ils reconnaissent les contradictions et mènent une réflexion critique.
- La réflexion anticipée (créativité et innovation) : les élèves développent des visions d'avenir et trouvent des solutions innovantes pour une situation donnée.
- Communication et travail d'équipe (participation) : les élèves se mettent dans la peau d'autres acteurs et abordent les conflits d'intérêts de manière constructive. Ils se mettent d'accord avec d'autres personnes de manière honnête et appliquent ensemble les décisions.
- Devenir conscient de ses possibilités (marges de manœuvre) : les élèves sont en mesure de poursuivre la réflexion sur des solutions visionnaires et sont capables d'utiliser leurs marges de manœuvre aussi bien individuelle que collective dans le cadre de projets et démarches concrets en faveur d'un développement durable.

(FED, FEE, 2009)

3. Indications didactiques

L'**approche analytique et orientée vers les connaissances** (Fig. 1) se base sur la position constructiviste qui perçoit l'élève comme un acteur qui cherche activement et de manière ciblée des informations, les met en relation avec ses connaissances et en déduit de nouveaux concepts et de nouvelles perceptions de la réalité (Hasselhorn, Gold, 2006).

Cette approche incite à un concept d'enseignement qui favorise la réflexion autonome et le processus d'apprentissage analytique dans chaque

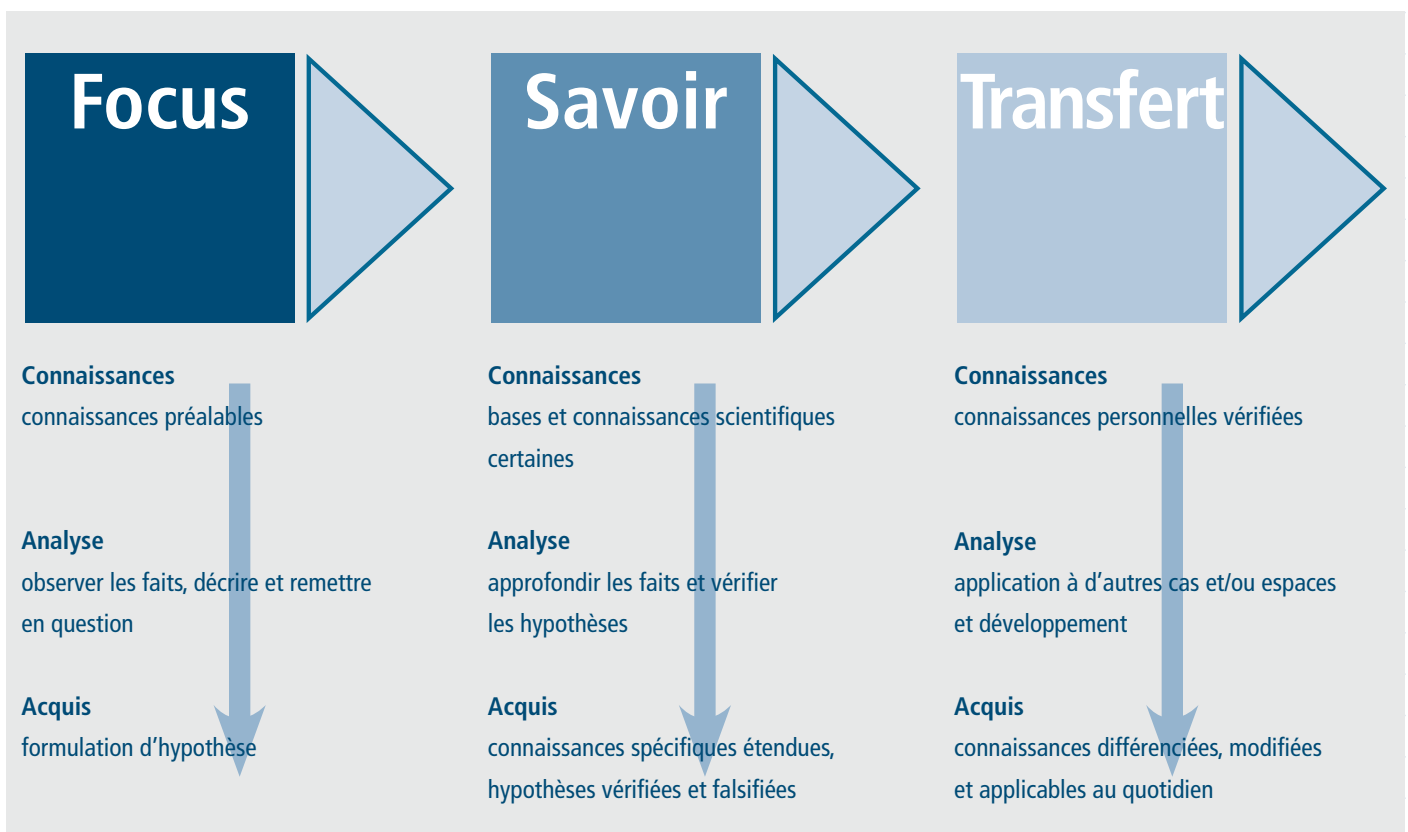


Fig. 1 : L'approche analytique et orientée vers les connaissances (Probst, 2013)

phase de l'enseignement. Ainsi, des connaissances sont développées pour chaque phase au travers d'un processus de réflexion analytique basé sur le savoir disponible. Par analyse (du grec *ánalýsis* = décomposition), on entend une recherche systématique, au cours de laquelle l'objet est décomposé en plusieurs composantes qui sont examinées, ordonnées et mises en relation. L'approche analytique et orientée vers les connaissances est particulièrement adaptée aux problématiques hydrologiques complexes, pour lesquelles les diverses perspectives du rapport dynamique entre l'environnement et l'homme, la société et l'espace, la culture et la nature doivent être identifiées et comprises.

Conformément à cette approche, les fiches thématiques de « cours d'EAU » sont composées des trois parties « Focus », « Savoir » et « Transfert » (fig. 1).

Le **focus** (du latin *focus* « foyer »), se trouvant sur la première page des fiches thématiques et de l'e-book, veut montrer au moyen de médias sélectionnés l'importance scientifique et sociétale du contenu, établir le rapport au monde quotidien et aux connaissances préalables des élèves et les conduire à la problématique. L'enseignant est appelé à soutenir les élèves dès le début en leur illustrant l'importance pratique du thème par des médias adéquats et en les conduisant à la problématique de la fiche didactique. Cette manière de procéder garantit que les élèves soient conscients des enjeux thématiques, puissent s'identifier à ceux-ci et faire le lien avec leurs connaissances préalables. Ils peuvent ainsi se focaliser sur le contenu rapidement et de manière autonome. L'utilisation ciblée de médias dans cette phase peut établir les rapports à l'actualité, à la réalité et à l'espace nécessaires à éveiller l'intérêt des élèves et à favoriser une confrontation active avec la thématique.

Dans le focus, les élèves doivent être menés par l'enseignant à leurs propres réflexions et formulations d'hypothèses, en prenant en compte leurs observations exactes des faits et leurs connaissances préalables. Dans cette phase, pour qu'une relation de confiance s'établisse et que les élèves soient motivés à participer, leurs réflexions ne doivent pas être jugées comme justes ou fausses par l'enseignant. L'enseignant doit cependant rendre visible pour tous les acquis sous forme d'hypothèses (p.ex : flipchart, tableau noir). L'enseignant a un rôle primordial dans cette phase. Il anime les discussions en plénum, montre la pertinence de la problématique, crée un débat entre les élèves, intègre des photos, graphiques, films et autres médias de manière ciblée, laisse le temps de réfléchir, rebondit sur les suggestions et idées, pose des questions et résume les propos, active et intègre le savoir du quotidien et les connaissances préalables (justes ou fausses) de manière ciblée, montre des manières de penser alternatives et incite au changement de perspective. Ainsi, l'enseignant déclenche un processus de réflexion orienté vers l'objectif d'apprentissage et important à la compréhension de la problématique. L'enseignant devrait ici éviter d'enseigner de manière descriptive, son rôle étant de mettre en route le processus d'apprentissage et de favoriser l'autonomie de penser.

Les exercices sur la fiche de travail sont subdivisés en trois parties conformément au procédé expliqué sous le focus : lead (pertinence), problématique (orientation sur le problème) et exercice (procédé). La problématique requiert généralement une comparaison de différentes situations. Selon des études de psychologie de l'apprentissage, la comparaison a un effet positif sur le transfert du savoir acquis (3^{ème} phase) en construisant des structures et stratégies importantes.

Le scénario dans le focus offre la possibilité aux jeunes de créer de nouvelles idées et de nouveaux points de vue et de les intégrer à l'enseignement ou, tout du moins, d'apprendre et d'exercer les procédés qui mènent à de « nouvelles » connaissances. Globalement, c'est donc un procédé scientifique qui est appris et exercé. Celui-ci est requis en tant que compétence transversale pour atteindre la maturité nécessaire aux hautes-écoles et à la capacité d'étudier (CDIP, 1995, HSGYM, 2008).

Avec le « **Savoir** » sur la deuxième et troisième page, les élèves comparent leurs hypothèses avec des acquis scientifiques reconnus. Ils sont ainsi placés dans le rôle de scientifiques qui vérifient ou falsifient leurs hypothèses. Le transfert de connaissances devient ainsi une analyse ciblée par rapport à la problématique, les propres hypothèses et les connaissances préalables individuelles. De cette façon, la forme de transfert du contenu se distingue clairement de celle procédant au transfert de savoir de manière descriptive. Au travers de la vérification de leurs représentations pré-scolaires, les élèves peuvent modifier, enrichir et différencier leurs connaissances (Kattmann, 2005).

Dans cette phase aussi, les éléments imprimés et électroniques peuvent être utilisés de manières diverses. Il est par exemple possible de vérifier des hypothèses au moyen des fiches thématiques imprimées avant d'entreprendre une recherche ciblée concernant des questions ouvertes à l'aide des médias de l'e-book. Un approfondissement du savoir acquis au moyen d'une analyse de médias spécifiques de l'e-book se basant sur des questions guidantes est également imaginable. Il n'est cependant pas prévu que tous les médias soient consultés. En particulier le matériel en lien avec les icônes « HADES » et « Documents » est à considérer comme facultatif.

Il est important d'assurer qu'à la fin de la phase du « Savoir », les hypothèses, respectivement les réponses à la problématique du focus soient reprises (répétition, sécurisation du savoir). Pour ce faire, il est recommandé de prendre en compte les médias de l'e-book afin de donner aux acquis un fort ancrage à la réalité et à l'espace et de les rafraîchir pour la phase suivante du « Transfert ».

Dans la phase du **transfert** (lat. *transferre* : passage de quelque chose d'un lieu à un autre), les élèves ont acquis la capacité d'appliquer leurs nouvelles connaissances à d'autres situations, problématiques et espaces et de les développer. Ainsi, la pertinence des contenus se montre à nouveau évidente pour les élèves. Les connaissances acquises sont applicables dans d'autres cas et les aident à mieux comprendre le monde qui les entoure. Les élèves gagnent en autonomie dans la gestion de ce qu'ils ont appris et pour de nouvelles situations problématiques. Pour l'enseignement de la géographie au niveau secondaire II, les quatre types de transfert – spatial, cognitif et lié au contenu, méthodique, actionnel – sont d'intéressants défis pour fortifier les connaissances acquises (Tab. 1). Tous les exercices de transfert retournent à l'enseignant des informations importantes pour s'assurer que le savoir a été transmis de telle manière qu'il peut être appliqué et développé par les élèves en les menant à de nouvelles connaissances. Dans la phase de transfert, en fonction du degré de difficulté des exercices, l'enseignant peut laisser les élèves analyser de manière indépendante ou prendre un rôle semblable à celui de la phase du focus.

Dans le cas où les questions de transfert sur la fiche de travail se réfèrent au lieu de vie des élèves, l'enseignant devrait veiller à choisir des moyens auxiliaires (rapports des médias, sites internet, etc.) concernant la région, ou tout du moins y rendre les élèves attentifs.

Type de transfert	Objectif	Exemple
transfert spatial	interpréter une situation semblable dans un autre espace à partir de l'expérience dans un espace	reconnaître un risque de crue dans un autre espace
transfert cognitif et lié au contenu	appliquer des connaissances acquises à d'autres domaines thématiques	juger des mesures de protection contre les crues (efficacité, limites) à partir d'acquis sur les causes de crue
transfert méthodique	transfert des méthodes acquises à d'autres situations	créer une carte de danger (méthode, instrument) pour un autre danger naturel (p.ex., glissement de terrain)
transfert actionnel	transfert d'attitudes et de comportements à d'autres situations et à sa propre situation jusqu'au changement d'attitude et de comportement	les connaissances quant à la gestion du danger et du risque de crue mènent à un changement de comportement dans et aux abords de cours d'eau

Tab. 1 : Quatre types de transfert de la didactique de la géographie (d'après: Rinschede, 2007)

Partie II

Modules – objectifs d'apprentissage directeurs et propositions de solutions

Module 1 Événements hydrologiques extrêmes

Précipitations intenses

Objectif d'apprentissage directeur

Les élèves comprennent les mécanismes de genèse de précipitations intenses en Suisse. Ils sont en mesure de reconnaître des situations météorologiques typiques et des signes précurseurs pouvant conduire à de fortes précipitations.

Focus

Les vidéos et photos illustrent la signification des précipitations intenses, servent à observer des situations pouvant déclencher un tel événement et appuient la formulation d'hypothèses liées aux exercices sur la base des connaissances disponibles.

Savoir

Proposition de solution de l'exercice :

- La topographie (variation de pente et d'exposition) favorise le réchauffement local par le rayonnement solaire et de ce fait le développement d'orages de chaleur.
- Sous nos latitudes, le rayonnement solaire est tel en été que des orages de chaleur peuvent survenir.
- Durant toute l'année, la situation de vents d'ouest est fréquente. Ainsi, des masses d'air humide de l'Atlantique accompagnées de tourbillons dépressionnaires balaient la Suisse et peuvent apporter averses et/ou pluies persistantes.
- L'influence orographique renforce significativement les orages de chaleur, les averses et les pluies persistantes ; les masses d'air humide sont forcées à s'élever pour franchir les montagnes, provoquant des précipitations supplémentaires dites de barrage ou orographiques.
- Une zone de basse pression sur le Golfe de Gênes peut – selon sa trajectoire (situation 5b) – apporter des quantités importantes d'humidité de la région méditerranéenne vers l'est des Alpes et dans tout l'espace alpin oriental. Le renforcement orographique peut déclencher des précipitations intenses et persistantes.

Transfert

Solutions individuelles selon l'analyse de la carte du danger de grêle en Suisse ainsi que l'appréciation des influences sur la formation d'orages de chaleur et d'averses (cf. solution sous « Savoir ») dans sa propre région.

De manière générale, le danger de grêle en Suisse est élevé pour les raisons suivantes :

- les situations de vents d'ouest fréquentes amènent des masses d'air humide vers la Suisse,
- dans la zone tempérée dans laquelle la Suisse se trouve, les masses d'air froid polaires et les masses d'air chaud et humide subtropicales se rencontrent et forment des fronts froids et chauds dû aux grandes différences de température,
- les fronts froids accompagnés d'advection et de convection conduisent à de violentes averses et à de forts vents ascendants et descendants (formation de grêle),
- la topographie de notre pays favorise la genèse d'orages de chaleur,
- l'effet orographique aux abords des Alpes et du Jura renforce le soulèvement de masses d'air humide.

Crues

Objectif d'apprentissage directeur

Les élèves sont appelés à apprécier et justifier le danger de crue d'une région en considérant les prédispositions variables et de fond et les possibles événements déclencheurs.

Les différentes prises d'influence anthropiques sur le développement des crues doivent conduire les élèves à prendre en compte les interactions entre société, économie et environnement dans leurs réflexions. L'effort de transfert sur les conséquences pour les zones habitées, l'économie et les infrastructures permet une transition vers les aspects centraux du thème suivant de la gestion des crues.

Focus

Les vidéos et photos illustrent la signification des crues, servent à observer de telles situations et appuient la formulation d'hypothèses liées aux exercices sur la base des connaissances disponibles. La photographie de Sedrun se prête particulièrement bien à l'analyse et au développement d'hypothèses, car les bassins versants des trois torrents en présence se distinguent par leurs caractéristiques propres (pente, végétation, sols, surfaces rocheuses, extension altitudinale), stimulant une confrontation en profondeur. Le processus de comparaison encourage le raisonnement inductif et permet la découverte de régularités (Klauer, 2011).

Savoir

Proposition de solution pour l'exercice :

	Connaissances scientifiques
Signes avant-coureurs	<ul style="list-style-type: none">• précipitations intenses dans le bassin versant• l'eau brunit• le niveau de l'eau et la part de matériau solide augmentent
Disposition de fond	<p>Topographie :</p> <ul style="list-style-type: none">• le lit du torrent ou de la rivière est raide et étroit• cours d'eau sans lac d'accumulation, ni surfaces inondables ou plaine alluviale• forme du bassin versant : l'eau se concentre plus rapidement dans un bassin versant de forme ronde que de forme allongée <p>Géologie :</p> <ul style="list-style-type: none">• sous-sol : type de roche et degré d'érosion (roche compacte, failles ou matériel meuble) ont une incidence sur l'infiltration profonde de l'eau• surface : roche compacte ou matériaux meubles <p>Sol :</p> <ul style="list-style-type: none">• type de sol : les sols argileux ou rocheux présentent une faible percolation, alors que l'eau s'infiltré lentement dans les sols meubles de forêt• profondeurs des sols : les sols peu profonds ont une capacité de stockage de l'eau moindre que les sols profonds <p>Végétation :</p> <ul style="list-style-type: none">• système racinaire profond : porosité, infiltration d'eau de pluie• interception et transpiration• enracinement des sols et des matériaux meubles : prévient le déclenchement de glissements dans le lit et diminue la part de débit solide du ruisseau

Connaissances scientifiques

Disposition de fond

Homme :

- aménagements fluviaux
- imperméabilisation des sols par les surfaces construites et de circulation, augmentation du débit de surface et diminution de l'infiltration

Disposition variable

- longue période de précipitations
- sols saturés en eau
- sols gelés ou asséchés
- précipitations sous forme liquide sur une grande surface (limite pluie/neige élevée)
- masses de neige accumulées
- fonte de neige

Événement déclencheur

- événement de précipitations persistantes et intenses
- fonte importante de neige
- formation d'embâcles (bois mort, sédiments) dans le lit du cours d'eau (tronçons étroits, en amont des ponts)
- blocage du cours d'eau par glissement de terrain ou chutes de pierres se déclenchant en abord du lit

Transfert

Solutions individuelles concernant les causes (disposition de fond et variable, événement déclencheur) et les conséquences des crues de 2005 dans sa propre région. Des médias sont disponibles dans la version électronique pour les recherches.

La thématique des suites des crues de 2005 permet une transition vers les aspects de la gestion des crues dans sa propre région (cf. fiche de travail « Gestion des crues »).

Gestion des crues

Objectif d'apprentissage directeur

Les élèves apprennent à « lire » les traces des dangers naturels dans le paysage et à comprendre les interactions entre risques naturels, espace naturel, société et économie. La confrontation différenciée avec les termes de « danger » et « risque » permet aux élèves de mettre en pratique et de développer les nouvelles connaissances sur la gestion des dangers naturels dans leur propre région et de les transférer à d'autres espaces.

Focus

L'exemple de Klosters illustre l'importance des notions de « danger » et de « risque » ainsi que leur évolution au cours des dernières décennies. L'analyse permet d'apprécier la situation de Klosters sur la base des connaissances existantes.

Savoir

Proposition de solution pour l'exercice :

Appréciation du danger de crue à Klosters :

- Danger de crue et de lave torrentielle : le bassin versant du torrent du Talbach est de forme conique et présente une forte inclination de pente (35–39°) ; des matériaux meubles sont présents et les surfaces sont largement dépourvues de végétation.
- La disposition aux crues et aux laves torrentielles dans le bassin versant du Talbach n'a que peu changé ces derniers 100 ans. Le danger potentiel est resté à peu près le même : augmentation minimale de la surface forestière ; pas de permafrost le long des pentes exposées au sud. Le réchauffement climatique renforce le danger de laves torrentielles dans l'arc alpin suite à la fonte des sols gelés en permanence. Ceux-ci se trouvent en-dessus de la limite des forêts (1800–2300 m d'altitude).

Appréciation des risques de crue à Klosters :

- Le village de Klosters Platz se trouve sur le cône de déjection (ou alluvial) du Talbach.
- La comparaison des images et des cartes de Klosters montre de manière impressionnante l'agrandissement de la zone habitée entre 1900 et 2013. Ceci s'explique par le doublement du nombre d'habitants entre 1900 (1955 habitants) et 2011 (3887 habitants). En outre, l'espace d'habitation par personne a augmenté.
- La comparaison des cartes permet de constater l'expansion des infrastructures touristiques durant le siècle dernier.
- De par l'expansion de la zone habitée, des infrastructures touristiques, des voies de communication et les standards élevés de construction et d'équipements (canalisations sous-terraines pour l'approvisionnement en eau et l'évacuation des eaux usées, lignes électriques, etc.), les risques liés aux crues se sont considérablement élevés ces derniers 100 ans à Klosters.

Transfert

Proposition de solution pour l'exercice :

La commune de Sachseln a réalisé les mesures suivantes :

- Comme base de gestion du territoire, une carte des dangers a été élaborée afin d'adapter l'utilisation de l'espace aux dangers existants et de minimiser les risques (cf. fig. 11 et 12).
- Le cours supérieur du torrent du village a été muni d'un dépotoir à alluvions avec râtaux afin de retenir éboulis et bois flottant (cf. fig. 9, photo du milieu).
- Les cours d'eau Dorfbach, Edisriederbach et Totenbüelbach ont été en grande partie déviés dans une zone non construite (cf. fig. 11 et 12).
- Les cours d'eau Edisriederbach et Totenbüelbach ont été élargis de telle manière qu'ils peuvent contenir une crue centennale.
- Dans les torrents Edisriederbach et Totenbüelbach, des lits rugueux ont été aménagés dans le but de diminuer la vitesse d'écoulement et l'érosion du lit (cf. fig. 9, en haut).
- Le pont a été muni d'une enveloppe arrondie et lisse, diminuant le danger d'embâcle (coffrage du pont, cf. fig. 9, en bas).

Etiages

Objectif d'apprentissage directeur

Les élèves sont en mesure d'apprécier le danger d'étiage d'un cours d'eau sur la base de l'analyse des caractéristiques du bassin versant, des influences anthropiques et des conditions météorologiques saisonnières. En s'appuyant sur les différentes conséquences des étiages et l'impact possible du changement climatique, les élèves mettent en exergue les interactions entre économie, société et environnement et développent différents scénarios pour l'avenir.

Focus

Les vidéos et les photos illustrent l'importance des étiages, servent à observer des situations de basses eaux et appuient la formulation d'hypothèses liées aux exercices sur la base des connaissances disponibles. En particulier la comparaison des différents bassins versants de la Matternvispa, de la Muota et de la Wigger se prête bien à cette analyse et à la formulation d'hypothèses.

Savoir

Proposition de solution pour l'exercice :

1. Matternvispa vers Zermatt : régime d'écoulement glaciaire

- Les étiages se manifestent principalement durant les mois froids d'octobre à mars.
- Raison : durant cette période, les précipitations ont lieu généralement sous forme de neige. L'accumulation de neige ne permet pas non plus de remplir les réservoirs d'eau souterraine.

2. Muota vers Muotathal : régime d'écoulement nival

- Les étiages se manifestent principalement durant les mois froids d'octobre à mars.
 - Raison : durant cette période, les précipitations ont lieu généralement sous forme de neige.
- Attention : le débit de la Muota est également influencé par des phénomènes de karst.

3. Wigger vers Zofingen : régime d'écoulement pluvial

- Les étiages se manifestent principalement en été et en automne.
- Raison : durant ces saisons, les besoins en eau de la végétation et l'évapotranspiration sont maximaux, alors que les réserves en eau des sols et du sous-sol sont limitées.
- En combinaison avec un manque de précipitations et des vagues de chaleur, ces cours d'eau peuvent rencontrer des situations d'étiages extrêmes en été et en automne.

Transfert

Solutions individuelles qui prennent en compte l'analyse du bassin versant, de l'utilisation du cours d'eau par l'homme et de possibles modifications liées au changement climatique.

Module 2 Valais – gestion de l’eau en mutation

Les trois premières fiches thématiques de ce module peuvent soit être traitées selon la méthode des puzzles (ou méthode des « groupes d’experts »), soit être discutées et approfondies l’une après l’autre en plénum.

La dernière fiche (« Gestion de l’eau jusqu’en 2100 ») est prévue pour la fin du module, car elle requiert les connaissances construites au moyen des fiches précédentes. Elle permet d’aboutir à une synthèse sur la gestion de l’eau, orientée vers l’avenir et intégrant l’ensemble des conclusions tirées du module.

Ressources en eau

Objectif d’apprentissage directeur

Les élèves sont en mesure d’estimer la disponibilité saisonnière en eau dans une région pour aujourd’hui et pour demain en se fondant sur des arguments relatifs aux réservoirs d’eau (glaciers, neige, altitude), à la situation et au relief (précipitations) ainsi qu’à la géologie (eaux souterraines).

Dans la phase du transfert, les élèves abordent les ressources en eau sous un autre angle, celui de la responsabilité écologique, tout en se familiarisant avec divers critères de gestion durable de l’eau.

Le modèle des trois piliers de la gestion durable de l’eau permet en outre d’accéder aux autres fiches, consacrées aux usages de l’eau (économie), à la distribution de l’eau (société) et à la mise en œuvre d’une gestion de l’eau orientée vers l’avenir.

Focus

Les vidéos et les photos permettent d’observer et de décrire la région et ses ressources en eau. Faisant appel à leurs connaissances préalables, les élèves formulent des hypothèses sur la disponibilité saisonnière des différentes ressources en eau pour aujourd’hui et pour demain.

Savoir

Proposition de solution pour l’exercice :

Ressources en eau naturelles dans la région de Crans-Montana-Sierre

Ressources en eau	Disponibilité saisonnière en eau dans la situation actuelle (justifiez votre réponse)	Modifications de la disponibilité saisonnière en eau induites par les changements climatiques (justifiez votre réponse)
Glacier	Fonte du glacier de mai à octobre (surtout en juillet/août)	Fonte du glacier accrue jusqu’en 2060, puis diminuant fortement jusqu’à la disparition totale du glacier dès 2085
Neige	Fonte des neiges d’avril à septembre (surtout en juin)	Quantité de neige plus faible (moins de chutes de neige et limite pluie-neige plus élevée) Fonte des neiges de mars à septembre (surtout en mai)
Précipitations	Précipitations dépendant fortement de l’altitude et de la topographie : 2500 mm en montagne (à env. 3000 m d’altitude), moins de 600 mm dans la vallée du Rhône (à 520 m d’altitude)	Moins de précipitations en été, plus de précipitations pendant les autres saisons (surtout en hiver)
Eaux souterraines	Cheminement de l’eau du glacier de la Plaine Morte dans le karst variant selon les saisons : écoulement surtout vers le sud au printemps/en automne, surtout vers le nord en été, et peu d’eau souterraine en hiver	Après 2085, écoulement essentiellement souterrain en direction du Valais, au sud, diminuant fortement à la fin de l’été

Conséquences pour la disponibilité en eau aujourd'hui :

- durant le semestre d'hiver froid (octobre à mars), faible quantité d'eau dans les sources et les torrents
- précipitations annuelles élevées
- en montagne, chutes de neige pendant toute l'année
- taux d'évaporation relativement bas
- écoulement élevé en été du fait de la fonte des neiges et du glacier

Raison : bassin versant situé en haute montagne

Conséquences pour la disponibilité en eau demain :

- augmentation de l'écoulement annuel jusqu'en 2060 sous l'effet de la fonte du glacier, puis diminution
- à partir de 2085, régime nival, car la fonte des neiges saisonnière a lieu plus tôt et le glacier de la Plaine Morte disparaît entièrement
- à partir de 2085, écoulement annuel réduit de 9% et soumis à de plus fortes variations, en raison de l'absence de la fonte du glacier
- à partir de 2085, notamment à la fin de l'été, écoulements plus faibles et périodes de sécheresse plus fréquentes en raison de l'absence de la fonte du glacier, de la fonte des neiges plus précoce dans la saison, de l'évaporation accrue, des besoins en eau accrus de la végétation et de la diminution des précipitations
- dans l'ensemble, ressources en eau annuelles relativement abondantes même à l'avenir, en raison des précipitations élevées (env. 2200 mm par an) dans le bassin versant de la Plaine Morte

Incertitudes

- volume et direction de l'écoulement souterrain après 2060, c'est-à-dire après le retrait marqué du glacier
- évolution future uniquement connue sous forme de tendances et de moyenne; de fortes variations sont possibles d'une année à l'autre (comme aujourd'hui)

Transfert

Les réponses proposées ici se basent sur les résultats du projet MontanAqua, mené dans la région de Crans-Montana-Sierre dans le cadre du Programme national de recherche « Gestion durable de l'eau » (PNR 61).

Les experts estiment que l'état écologique de l'eau, des cours d'eau et des lacs de la région de Crans-Montana-Sierre est moyen selon les critères environnementaux (responsabilité écologique). L'évaluation varie cependant fortement d'un critère à l'autre. Le volume des eaux souterraines semble excellent, alors que la qualité de l'eau et des eaux est considérée bonne. Par contre, le volume de l'eau dans les cours d'eau et les lacs est jugé très mauvais. Par manque de données, le critère « écosystèmes et diversité des espèces » n'a pas été évalué dans le cadre du PNR 61.

Volume des eaux souterraines : « excellent »

Les sources karstiques de la région ne risquent pas de s'épuiser, notamment parce qu'elles sont constamment alimentées en eau pendant la fonte des neiges et des glaciers (printemps et début de l'été) ainsi qu'après les pluies. Il en va de même pour les grands aquifères du fond de la vallée, dans lesquels s'infiltré l'eau du Rhône pendant les crues saisonnières de mars à septembre.

Débits minimaux dans les cours d'eau : « très mauvais »

Bien que la région de Crans-Montana-Sierre dispose de ressources en eau abondantes, de nombreux petits torrents charrient peu d'eau. Ce niveau bas est dû aux prélèvements destinés à la production hydroélectrique ou à l'irrigation agricole et au fait que les concessions actuelles ne sont pas encore soumises aux dispositions relatives aux débits résiduels. Si la loi fédérale sur la protection des eaux prescrit des débits résiduels depuis 1991, les tronçons à débit résiduel ne doivent être assainis que lorsque cela est acceptable d'un point de vue économique. Dans le bassin versant de la Liène, ces dispositions ne seront pas mises en vigueur avant le renouvellement de la concession hydraulique en 2037.

Qualité de l'eau et des eaux : « bonne »

La plupart des maisons de la région sont raccordées au réseau de canalisations, qui achemine toutes les eaux usées de la zone d'étude à la station d'épuration centrale de Sierre. La part de l'agriculture intensive étant limitée, l'eau est en général peu contaminée par des engrais ou des pesticides. La qualité de l'eau n'est donc pas préoccupante dans la région. L'élevage de bétail peut toutefois poser problème. Notons que les eaux des régions karstiques sont généralement très sensibles à la pollution. Certains étangs sont ainsi menacés d'eutrophisation, même si leur eau est globalement de bonne qualité. Dans les vignobles, il faut s'attendre à des apports de sulfates, mais ceux-ci n'ont pas encore été mesurés dans la région.

Usages de l'eau

Objectif d'apprentissage directeur

Les élèves connaissent les différents besoins que la gestion de l'eau doit satisfaire dans une région et comprennent comment ceux-ci sont influencés par les changements climatiques, sociaux et économiques. Les conflits et synergies qui en découlent servent de base au débat sur une gestion durable de l'eau.

Focus

Les vidéos et les photos permettent d'observer la région et les divers usages de l'eau que l'on y rencontre; elles aident les élèves à formuler des hypothèses sur la base de leurs connaissances préalables.

Savoir

Proposition de solution pour l'exercice :

Besoins et attentes envers la gestion de l'eau	Changements	Conflits/enjeux	Synergies	Mesures
Production hydroélectrique	<ul style="list-style-type: none"> Changements climatiques : la production hydroélectrique augmente avec l'écoulement accru issu du glacier jusqu'en 2050, puis est garantie par les précipitations restant abondantes en montagne. 	<ul style="list-style-type: none"> Non respect des débits résiduels, avec impact sur l'écosystème et l'utilisation future de l'eau; Modification de l'écoulement par la fonte du glacier. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation multifonctionnelle du lac de barrage. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation multifonctionnelle du lac de barrage; Respect des débits résiduels.
Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> Changements climatiques : modification de l'écoulement par la fonte du glacier, multiplication des périodes de sécheresse; Les bisses ne fournissent plus assez d'eau d'irrigation pendant les périodes de sécheresse extrême (p. ex. été caniculaire de 2003); La multiplication des périodes de sécheresse rend l'élevage du bétail (pâturage) et la viticulture de plus en plus dépendants de l'eau d'irrigation; Préservation de paysages ruraux attractifs pour le tourisme. 	<ul style="list-style-type: none"> Besoins en eau d'irrigation (agriculture et tourisme), surtout à la fin de l'été lorsque l'évaporation est forte et les précipitations ainsi que l'écoulement faibles; Changements climatiques : sécheresse croissante, irrigation essentielle. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation multifonctionnelle du lac de barrage. 	<ul style="list-style-type: none"> Amélioration des techniques d'irrigation; Procédés cultureux économes en eau (p. ex. préparation du sol, rotation culturale); Incitations financières; Prix de l'eau; Conventions, instructions, directives, règles; Paiements directs pour l'entretien du paysage rural selon les dispositions.
Population (approvisionnement en eau potable et espaces de détente)	<ul style="list-style-type: none"> Croissance de la population depuis 1900; Plus de 35 000 touristes en haute saison; Changements climatiques : modification de l'écoulement; Aménagement et assèchement d'écosystèmes dans et au bord de l'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> Fluctuations saisonnières et journalières dues au tourisme; Aménagement du territoire : conflits d'utilisation du territoire. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation multifonctionnelle du lac de barrage; Protection contre les crues. 	<ul style="list-style-type: none"> Arrosage des jardins et pelouses avec de l'eau non potable; Aménagement d'espaces verts plus économes en eau; Prix de l'eau; Renaturation, zones de protection.

Besoins et attentes envers la gestion de l'eau	Changements	Conflits/enjeux	Synergies	Mesures
Tourisme (irrigation des terrains de golf et des jardins, enneigement artificiel et espaces de détente, cf. ci-dessus)	<ul style="list-style-type: none"> • Croissance du tourisme depuis 1900, avec boom immobilier depuis 1960; • Plus de 35 000 touristes en haute saison (eau potable, pelouses, jardins, golfs, enneigement artificiel); • Changements climatiques (cf. colonne de droite). 	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin en eau d'irrigation pour les terrains de golf et les jardins (cf. agriculture); • Production hydroélectrique : les étiages diminuent l'attrait du paysage; • Changements climatiques : élévation de la limite des chutes de neige, attrait réduit du paysage (périodes de sécheresse et fonte du glacier), nouveaux dangers. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation multifonctionnelle du lac de barrage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Voir population; • Offres touristiques adaptées à la nouvelle donne climatique.
Que retenir ?	<ul style="list-style-type: none"> • Des études menées dans la région de Crans-Montana-Sierre montrent qu'il y aura suffisamment d'eau à disposition jusqu'en 2050. Des pénuries saisonnières sont toutefois possibles par endroits, davantage dues à l'évolution socioéconomique (intensification de l'occupation du sol, urbanisation et croissance économique) qu'aux changements climatiques; • Après 2050, la disponibilité en eau sera de plus en plus influencée par les changements climatiques. Il faudra s'attendre à des pénuries plus fréquentes à la fin de l'été (fonte des neiges plus précoce, précipitations plus faibles, besoins en eau croissants de la végétation, irrigation accrue des parcelles agricoles et des jardins) et en hiver (consommation d'eau potable proportionnelle au nombre de touristes). 	<ul style="list-style-type: none"> • De multiples usages de l'eau répartis sur les différentes communes; • Pénuries saisonnières malgré des ressources en eau annuelles plus importantes que l'utilisation et la consommation de l'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation multifonctionnelle du lac de barrage (production hydroélectrique, protection contre les crues, approvisionnement en eau potable, irrigation et enneigement artificiel). 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation multifonctionnelle du lac de barrage, combinée à des mesures visant des économies d'eau; • Modèles de prix pour l'eau; • Transition de la maîtrise de l'offre, qui domine actuellement (améliorer la disponibilité en eau), à une maîtrise de la demande (réduire les besoins en eau, mieux coordonner les divers usages).

Commentaire

L'équipe de recherche est partie de l'hypothèse que l'enneigement artificiel des pistes en hiver et l'irrigation des terrains de golf en été consomment d'immenses quantités d'eau. Le projet a toutefois montré que ce type de consommation d'eau est négligeable (Fig. 4). En hiver, quatre fois plus de gens vivent à Montana qu'en été. Mais la majeure partie de l'eau n'est pas consommée en hiver, mais en été, notamment pour l'irrigation des jardins et des parcelles agricoles.

Usages de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre:

- Environ 88 % de la quantité totale d'eau utilisée servent à produire de l'électricité (entre 60 et 80 millions de m³ par an);
- L'irrigation, l'approvisionnement en eau potable et la production de neige artificielle représentent environ 12 % de la quantité totale d'eau utilisée (entre 10.5 et 13.5 millions de m³ par an);
- Parmi ces 12 %, c'est l'approvisionnement en eau potable qui constitue l'usage le plus important (4.65 % millions de m³ par an), une grande partie de l'eau potable étant également destinée à l'irrigation;
- La consommation totale d'eau (en grande partie pour l'irrigation) augmente fortement pendant les années sèches. En 2011, une année de sécheresse, on a ainsi consommé deux fois plus d'eau d'irrigation qu'en 2010. De manière générale, la pression exercée sur les ressources en eau devrait encore s'accroître en hiver (saison touristique) et dans la seconde moitié de l'été (irrigation).

(tiré de : PNR 61 Synthèse thématique 2 : La gestion des ressources en eau face à la pression accrue de leur utilisation)

Le bassin versant du lac de barrage de Tseuzier recèle un grand potentiel d'eau. Il permettra de garantir l'approvisionnement en eau de la région de Montana, même après 2050. Lorsque la concession actuelle sera expirée en 2037, l'exploitation du lac de barrage comme réservoir à buts multiples destiné à la production hydroélectrique, à la protection contre les crues, à l'approvisionnement en eau potable, à l'irrigation et à l'enneigement artificiel deviendra très intéressante.

Transfert

Les réponses proposées ici se basent sur les résultats du projet MontanAqua, mené dans la région de Crans-Montana-Sierre dans le cadre du Programme national de recherche « Gestion durable de l'eau » (PNR 61).

Besoins du tourisme et de la production hydroélectrique: « bien »

D'excellentes offres touristiques (loisirs et détente) ont pu être développées et l'exploitation de la force hydraulique joue un rôle important pour l'économie de la région. La production hydroélectrique dépend des précipitations et de la fonte des glaciers et des neiges. Alors que la fonte des neiges varie considérablement d'une année à l'autre, la fonte des glaciers a livré ces dernières années des débits annuels plus réguliers.

Besoins de l'agriculture: « moyen »

L'irrigation est une condition essentielle pour l'agriculture sur les versants secs de la région de Crans-Montana-Sierre. La disponibilité en eau permet d'élever du bétail et de produire des spécialités locales, notamment du fromage et du vin. Bien que l'agriculture soit favorisée par les droits d'eau actuels (droits d'eau ancestraux pour l'irrigation), c'est la forme d'utilisation qui pâtit le plus des pénuries. En période de sécheresse, la priorité est accordée à d'autres usages, tel l'approvisionnement en eau potable de la population locale et des touristes. Les prairies sont la culture agricole souffrant le plus quand l'eau se fait rare, puisqu'il est impossible de les irriguer toutes (notamment les parcelles situées plus haut que les canaux d'irrigation), qu'il est interdit de les irriguer en période d'étiage et que cela se répercute sur les regains à la fin de l'été. En revanche, la viticulture est moins affectée par le manque d'eau, car les vignes résistent à une certaine sécheresse.

Usages de l'eau: « moyen »

Les usages de l'eau ont seulement obtenu l'évaluation « moyen », car une part non négligeable de l'irrigation agricole se fait avec de l'eau potable. La gestion des eaux est même considérée comme insuffisante concernant la protection quantitative des eaux, car les débits résiduels minimaux au sens de la loi fédérale sur la protection des eaux ne sont pas respectés.

Peu d'efforts ont encore été déployés pour atténuer le problème des pénuries (utilisation efficace des ressources). La gestion des besoins en eau par des infrastructures séparées pour l'eau potable et l'eau d'irrigation, l'encouragement d'une irrigation plus raisonnée (goutte à goutte) ou la suppression des pertes d'eau par la réparation des fuites ne sont que quelques exemples de mesures envisageables. La population est uniquement contrainte d'économiser l'eau en situation de crise aigüe, notamment par une interdiction d'irriguer les parcelles agricoles et les jardins ou de laver les voitures. En outre, la planification régionale (p. ex. pour la construction d'infrastructures touristiques) ne tient souvent

pas compte de l'augmentation des besoins en eau régionaux que pourraient occasionner les nouveaux projets. Ces développements créent cependant des structures d'utilisation de l'eau et des besoins en eau susceptibles de réduire à l'avenir la marge de manœuvre.

Dégâts dus aux crues :

Aucune évaluation, ce critère n'ayant pas été examiné de façon explicite.

Distribution de l'eau

Objectif d'apprentissage directeur

Les élèves découvrent les enjeux de la distribution de l'eau et de la sécurité de l'approvisionnement en partant de l'exemple de la région de Crans-Montana-Sierre.

Les élèves évaluent la durabilité sociale de la gestion de l'eau dans la région. Pour y parvenir, ils appliquent les connaissances qu'ils ont acquises sur la distribution de l'eau et se familiarisent avec les critères de la gestion durable de l'eau.

Focus

La complexité de la répartition des tâches et la pluralité des usagers de l'eau nécessitent des processus de négociations réguliers entre les parties prenantes.

Savoir

Proposition de solutions :

Pour différentes raisons, la distribution de l'eau, qui s'est mise en place au fil du temps, doit être adaptée et clarifiée. Cela permettrait aussi :

- de réformer les droits d'eau traditionnels ;
- de planifier à long terme les besoins actuels et futurs dans les secteurs du tourisme et de la production hydroélectrique ;
- de tenir compte de l'impact des projets intercommunaux (p. ex. tourisme) sur les besoins en eau régionaux ;
- de créer une institution régionale chargée de la gestion de l'eau, qui regrouperait les usages communaux, les mettrait mieux en réseau, servirait d'intermédiaire entre les divers intérêts et rendrait ainsi les processus de décision plus transparents ;
- d'établir un accès plus équitable à la ressource entre les communes, d'améliorer le réseau d'approvisionnement en eau potable et d'uniformiser les prix de l'eau, de sorte que l'approvisionnement de toutes les communes soit aussi assuré à l'avenir pendant les périodes de sécheresse plus fréquentes et plus intenses.

Par ailleurs, les lacs de barrage pourront à l'avenir compenser la disparition des glaciers et la diminution des quantités de neige (réservoirs d'eau) et, en tant que réservoirs à buts multiples pour la protection contre les crues, l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation et l'enneigement, fournir une contribution importante à l'approvisionnement en eau et à la distribution de l'eau en toute saison. Dans la région de Crans-Montana-Sierre, le lac de Tseuzier pourra remplir cette fonction au plus tard lors du renouvellement de la concession en 2037. Cette perspective gagne en importance, car plusieurs communes de la région auront de plus en plus de difficulté à couvrir leurs propres besoins suite aux changements climatiques et à l'évolution des conditions socioéconomiques.

Transfert

Les réponses proposées ici se basent sur les résultats du projet MontanAqua, mené dans la région de Crans-Montana-Sierre dans le cadre du Programme national de recherche « Gestion durable de l'eau » (PNR 61).

La distribution de l'eau est considérée comme peu durable sur le plan social, principalement parce que tous les citoyens n'ont pas un accès identique à la ressource et qu'ils paient des prix très différents selon leur commune de domicile.

Coûts, bénéfices et risques répartis de façon équitable et solidaire : « faible »

Comme le montre clairement l'exemple des communes d'Icogne et de Veyras, l'accès à la ressource ainsi que les coûts, les risques et les bénéfices liés à l'utilisation de l'eau sont répartis de façon très inégale entre les communes de la région. Celles-ci se différencient donc fortement quant à leur dépendance envers l'eau excédentaire d'autres communes et aux tarifs appliqués, qui peuvent aller du simple au double.

Le fait que l'approvisionnement en eau potable de la région soit assuré par pas moins de onze installations de distribution séparées, plus ou moins coordonnées en trois réseaux intercommunaux, ne facilite pas la répartition solidaire des coûts, des bénéfices et des risques entre les communes.

Décisions sur la distribution de l'eau : « moyen »

L'accès à la ressource et aux instances publiques est réglé à différents niveaux (Confédération, canton, commune et droit privé). Les processus de décision se déroulent généralement de façon transparente, mais souvent davantage au niveau des fontainiers, qui possèdent le savoir local et technique, qu'au niveau politique. On observe pourtant un manque de transparence lié à la complexité du système de distribution de l'eau et à son organisation confuse. Ainsi, personne n'a une vue d'ensemble sur les droits d'eau ou arrangements, qui se basent souvent sur des conventions verbales et informelles. Le plus gros problème, c'est que la région ne dispose d'aucune institution à même de regrouper les principaux usagers en vue de concilier leurs intérêts divergents.

Importance des eaux pour la culture, la détente et les loisirs : « bien »

L'eau est un élément marquant dans la région de Crans-Montana-Sierre, dont le paysage est ponctué de nombreux lacs, cours d'eau, bisses ancestraux, glaciers et prairies irriguées. La population locale et les vacanciers peuvent admirer leur beauté et s'adonner à des activités de loisir comme le ski, la randonnée ou la natation.

Une quantité d'eau considérable est employée pour irriguer les prairies et les terres agricoles, mais aussi pour arroser les jardins et les parcs, sans que les débits résiduels soient respectés dans les cours d'eau. Il en est de même pour les prélèvements d'eau des centrales hydroélectriques ; celles-ci ne sont soumises qu'à quelques restrictions, surtout pendant les années sèches lorsque les faibles niveaux d'eau diminuent l'attrait des berges ou que les cours d'eau et les bisses sont à sec.

Besoins élémentaires en eau potable et évacuation des eaux usées : « bien »

L'approvisionnement en eau de la population résidente et des touristes est garanti toute l'année. Cet indicateur n'obtient pourtant pas l'appréciation « très bien », car des pénuries saisonnières (pendant les périodes d'étiage en hiver et de sécheresse en été) apparaissent par endroits (surtout dans les zones touristiques). En outre, quelques communes (p. ex. Veyras) ont un accès limité à la ressource et sont donc fortement dépendantes de l'eau fournie par d'autres communes. Plusieurs communes, notamment celles qui sont situées dans les zones touristiques où l'eau se fait rare en hiver, sont obligées d'acheter de l'eau à leurs voisines. Comme les conventions régissant ces transferts d'eau ne sont pas toujours consignées par écrit, les communes dépendantes risquent d'être confrontées à des pénuries à certaines périodes de l'année.

La plupart des maisons de la région sont raccordées au réseau de canalisations, qui achemine toutes les eaux usées de la zone d'étude à la station d'épuration centrale de Sierre. La part de l'agriculture intensive étant limitée, l'eau est en général peu contaminée par des engrais ou des pesticides. La qualité de l'eau n'est donc pas préoccupante dans la région. L'élevage de bétail peut toutefois poser problème. Notons que les eaux des régions karstiques sont généralement très sensibles à la pollution. Dans les vignobles, il faut s'attendre à des apports de sulfates, mais ceux-ci n'ont pas encore été mesurés dans la région (voir fiche thématique « Ressources en eau »).

Gestion de l'eau jusqu'en 2100

Ces prochaines décennies, l'urbanisation, l'essor de la production hydroélectrique ainsi que les nouvelles exigences de la société, de l'agriculture et du tourisme feront de l'utilisation et de la protection des ressources hydriques un enjeu majeur dans de nombreuses régions du monde. En même temps, les changements climatiques vont modifier les débits et la disponibilité saisonnière en eau. Pour la région de Crans-Montana-Sierre, l'approche de la **gestion intégrée de l'eau** adoptée dans le projet de recherche **MontanAqua** et les **scénarios de développement** établis dans ce cadre offrent des pistes très prometteuses.

Objectif d'apprentissage directeur

Les élèves appliquent les connaissances sur les ressources hydriques, les usages et la distribution de l'eau que leur ont transmises les autres fiches thématiques et esquissent des scénarios de développement pour la région de Crans-Montana-Sierre en 2050.

Les élèves comparent leur scénario avec les quatre scénarios mis au point et analysés par les acteurs locaux, les communes et les scientifiques. Jouant le rôle d'experts, ils peuvent vérifier si leur raisonnement et leur démarche sont réalistes.

Focus

Des vidéos et des photos montrent aux élèves l'actualité et l'importance de projets de gestion de l'eau orientés vers l'avenir en Suisse et les aident à élaborer leurs propres scénarios sur la base des connaissances transmises par les trois autres fiches thématiques.

Les scientifiques qui ont analysé les ressources et les besoins en eau jusqu'en 2050 pour les quatre scénarios ont dégagé les conclusions suivantes :

- si les quantités d'eau disponibles aujourd'hui et vers 2050 sont globalement suffisantes, des pénuries saisonnières sont possibles par endroits ;
- jusqu'en 2050, les besoins en eau seront davantage influencés par les changements socioéconomiques que par le réchauffement climatique (tab. 2), dont l'impact s'accroîtra après 2050 ;
- seule une coopération régionale permettra de garantir une gestion durable de l'eau ;
- la durabilité de la gestion de l'eau diminue avec le scénario 1 et augmente avec les trois autres.

Savoir

Le tableau 1 permet aux élèves de comparer leur scénario avec les quatre scénarios présentés (connaissance des objectifs). A l'aide du tableau 2, de la figure 6 et du texte explicatif, ils peuvent vérifier leurs estimations des besoins en eau et de la durabilité de leur scénario (connaissance du système et de la transformation).

Transfert

Les expériences de gestion intégrée de l'eau montrent que les difficultés auxquelles sont confrontés les gestionnaires sur le terrain sont davantage un problème de management que de ressources. Des mesures intercommunales sur les infrastructures peuvent contribuer à assurer durablement l'approvisionnement en eau, mais uniquement si elles sont accompagnées de réformes au niveau de la gestion de l'eau et des droits d'eau.

Par conséquent, la création de réservoirs à buts multiples ne pourra réussir que si les communes et les acteurs concernés se fédèrent pour mettre en place une gestion intégrée de l'eau tenant compte des différents intérêts et usages. Cela nécessite souvent que les droits d'eau individuels, qui empêchent une gestion commune de l'eau pour le bien-être collectif, soient changés en droits publics.

Cette collaboration peut finalement déboucher sur le changement de paradigme requis, de la simple utilisation des ressources disponibles à une gestion de la consommation.

C'est le scénario 3 qui remplit le mieux ces conditions de base, puisque contrairement aux scénarios 2 et 4, il ne prévoit pas seulement la gestion de l'eau, mais aussi la réforme des droits d'eau.

Bibliographie

CDIP – Conférence suisse des directeurs cantonaux de l’instruction publique, 1995 : Ordonnance sur la reconnaissance des certificats de maturité gymnasiale (ORM).

Fondation Education et Développement (FED), Fondation suisse d’Education pour l’Environnement (FEE) (Ed.), 2009 : Agir pour l’avenir – L’éducation en vue du développement durable (EDD). Dossier, tiré à part, Lausanne.

Hasselhorn M., Gold A., 2006 : Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren. Stuttgart.

HSGYM – Arbeitsgruppe Hochschule und Gymnasium, 2008 : Hochschulreife und Studierfähigkeit. Zürcher Analysen und Empfehlungen zur Schnittstelle. Zürich.

Kattmann U., 2005 : Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? – Ergebnisse von Untersuchungen zur didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. In : Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 2005 :165–174.

Klauer K.J., 2011 : Transfer des Lernens. Warum wir oft mehr lernen als gelehrt wird. Stuttgart.

Probst M., 2013 : Risiken aus Naturgefahren im Alpenraum analysieren – Von Kenntnissen zu Erkenntnissen im Raum. In: Geographie und Schule 201 :17–28.

Rinschede G., 2007 : Geographiedidaktik. Grundriss allgemeine Geographie. Paderborn.