



distributeurs d'eau romands

Journée technique, 1^{er} février 2017
Yverdon-les-Bains

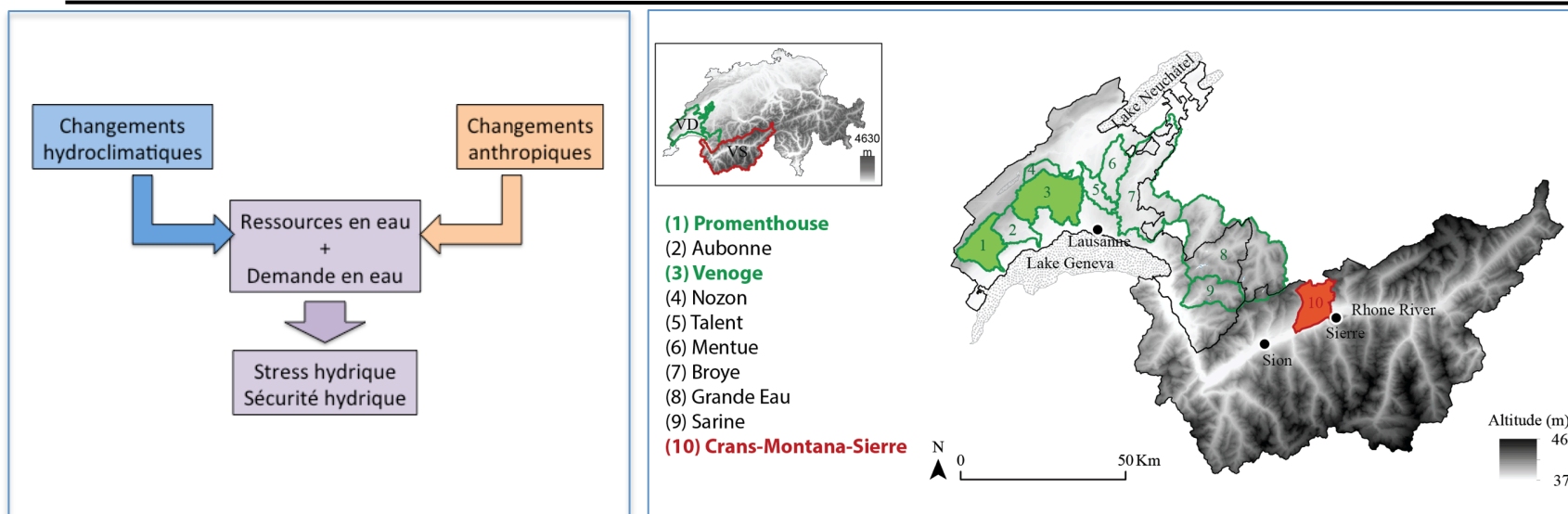
Unil

UNIL | Université de Lausanne

PRÉVOIR L'ÉVOLUTION FUTURE DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN TENANT COMPTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET SOCIO-ÉCONOMIQUES (VAUD ET VALAIS)



ANALYSES INTÉGRÉES ET PROSPECTIVES DANS DEUX RÉGIONS D'ÉTUDE



Deux projets:

MontanAqua. Anticiper le stress hydrique dans les Alpes – Scénarios de gestion de l’eau dans la région de Sierre-Crans-Montana (Valais), 2010-2014.

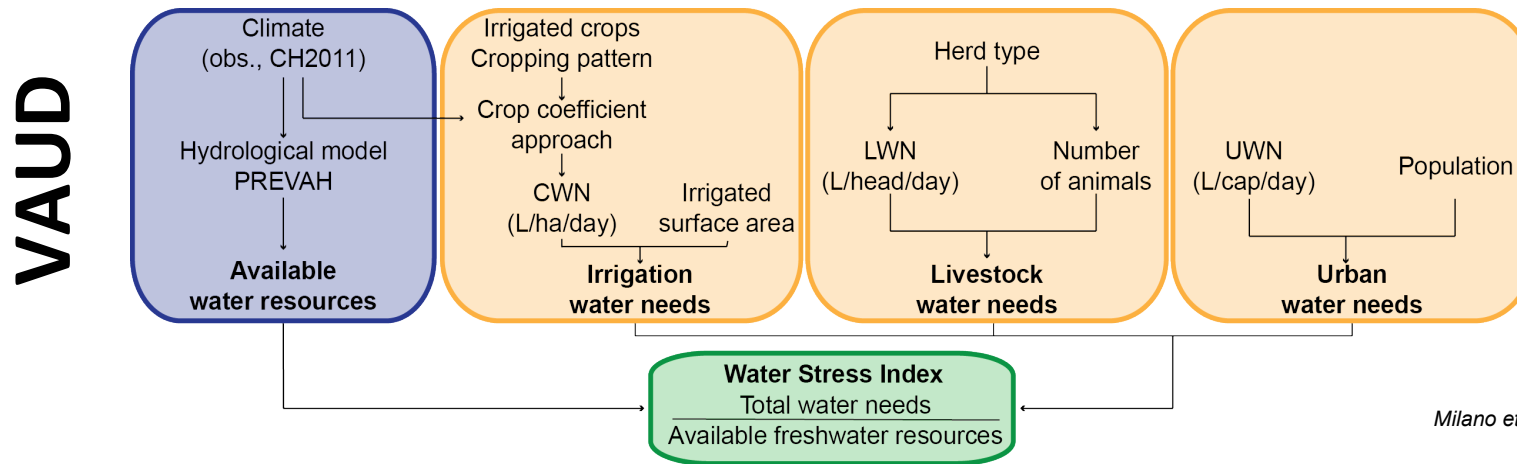
ICCARE-Vaud. Impacts des Changements Climatiques et Anthropiques sur les Ressources en Eau du canton de Vaud, 2013-2014.

	Bassins versants	Altitudes	Précipitations annuelles	Régime hydrologique	Usages du territoire
Canton de Vaud	9 bassins versants	Plaine et montagne	765-2000 mm	Nival / Pluvial	Urbanisme, Agriculture
Crans-Montana-Sierre	1 région avec 3 bassins versants	Plaine alpine et montagne	600-2500 mm	Nivo-glaciaire / Nival	Tourisme, Urbanisme, Agriculture

Période de référence passée: 1984-2005

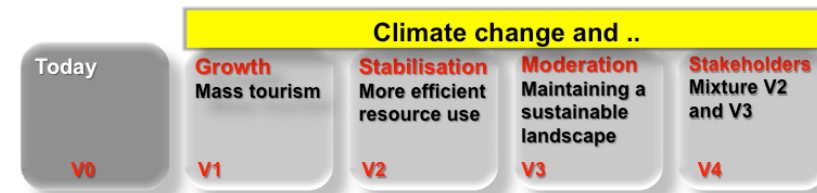
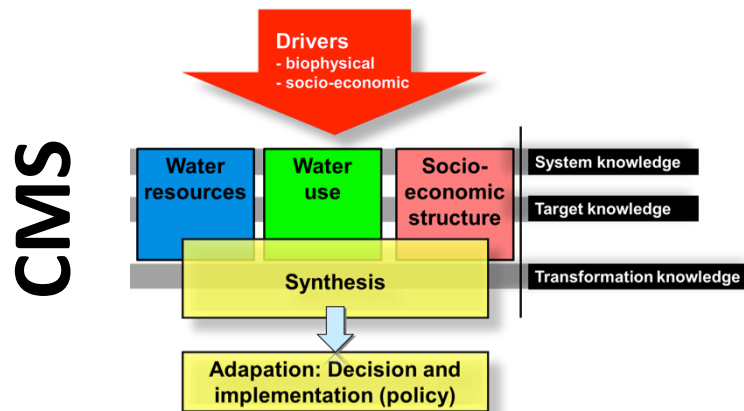
Période future(2060 horizon): 2050-2071

Business-as-usual



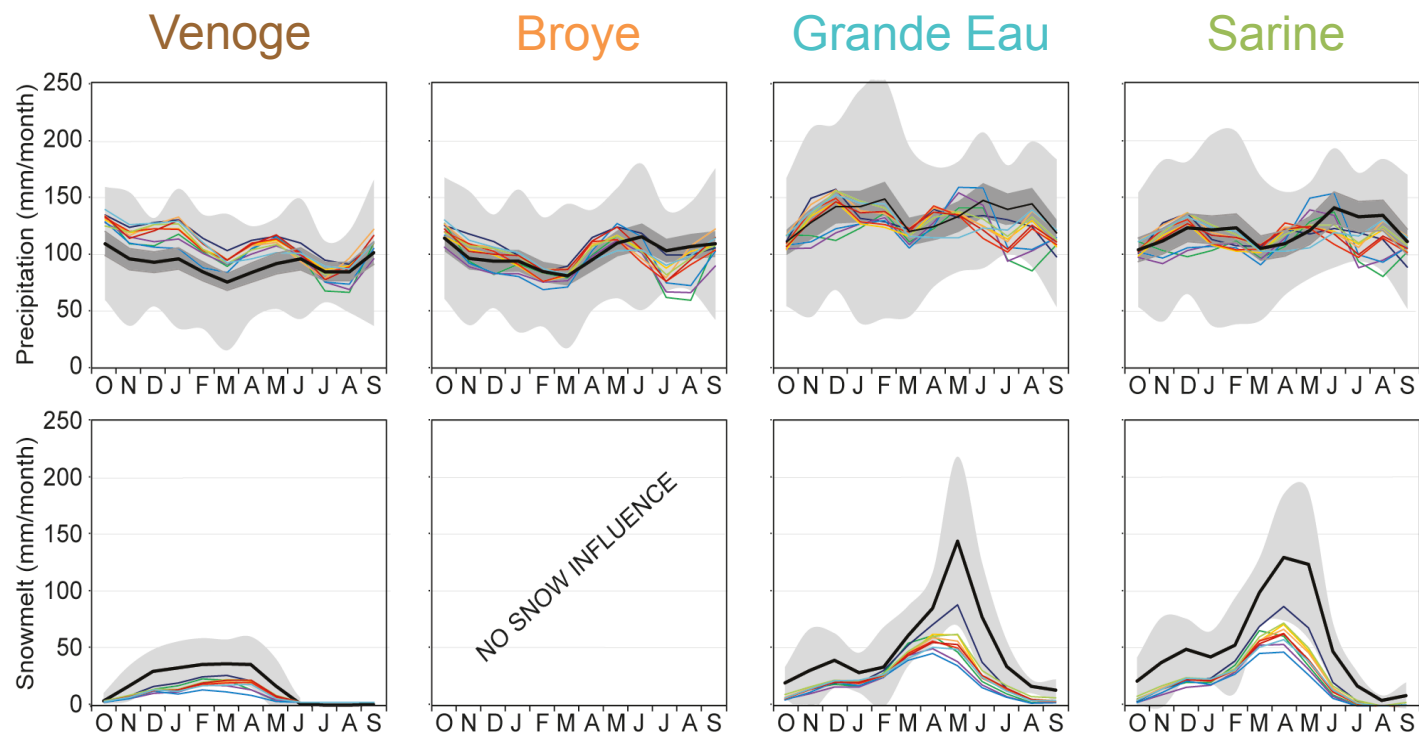
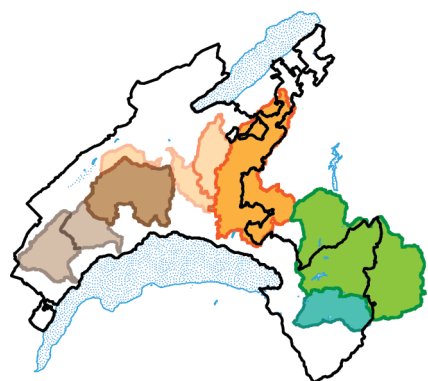
Période actuelle: vers 2010

Période future: vers 2050
Quatre scénarios différents



Reynard et al., 2014, Wires Water

CANTON DE VAUD – CHANGEMENTS CLIMATIQUES



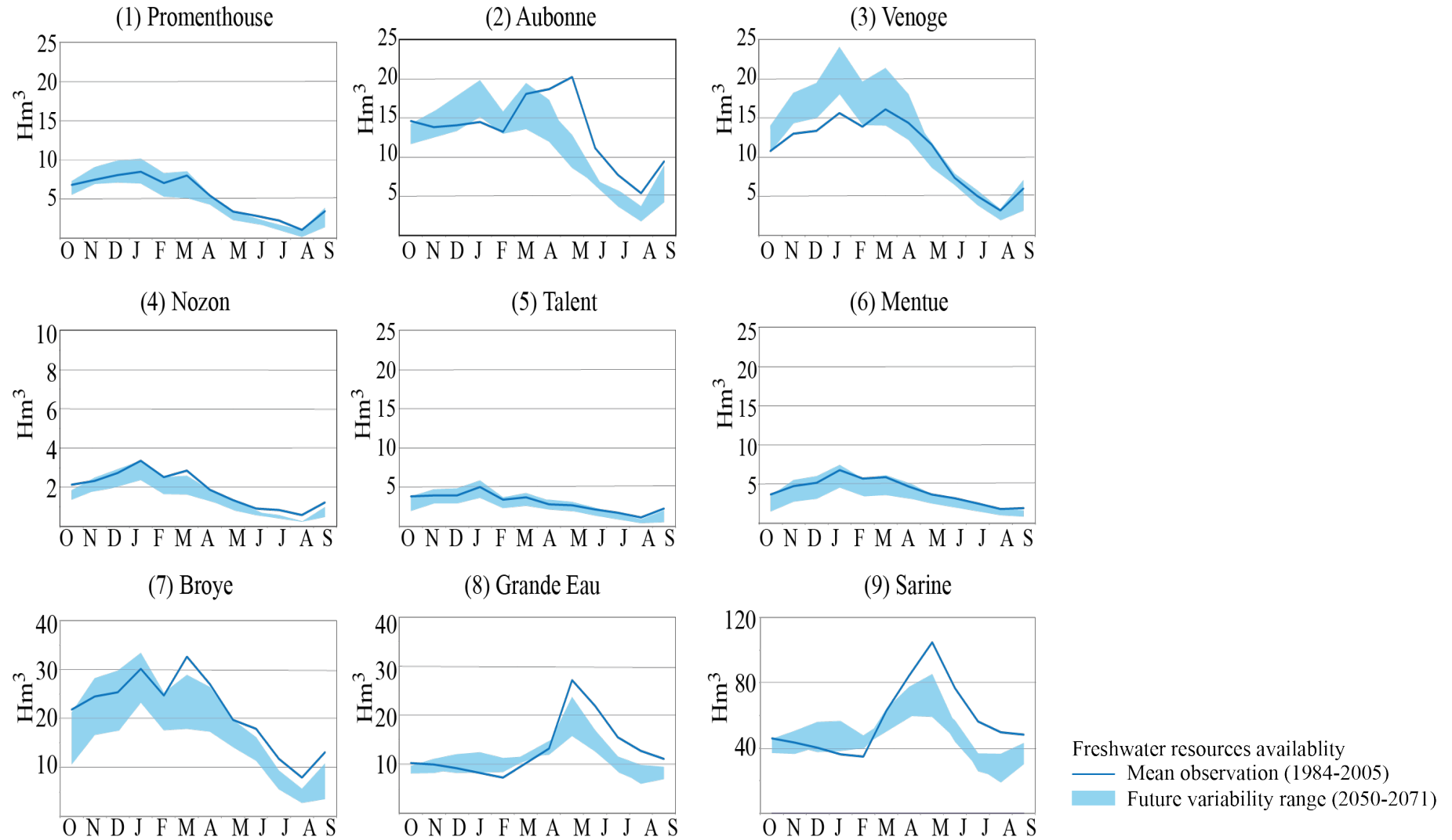
— Mean observation (1984-2005)
 ■ Natural variability (std. dev. 1984-2005)
 ■ Mean precipitation +/- 10%

— SMHI ECHAM5 RCA
 — MPI ECHAM5 REMO
 — KNMI ECHAM5 RACMO
 — ICTP ECHAM5 REGCM
 — DMI ECHAM5 HIRHAM

— ETHZ HadCM3Q0 CLM
 — HC HadCM3Q0 HadRM3Q0
 — SMHI HadCM3Q3 RCA
 — CNRM ARPEGE ALADIN
 — SMHI BCM RCA

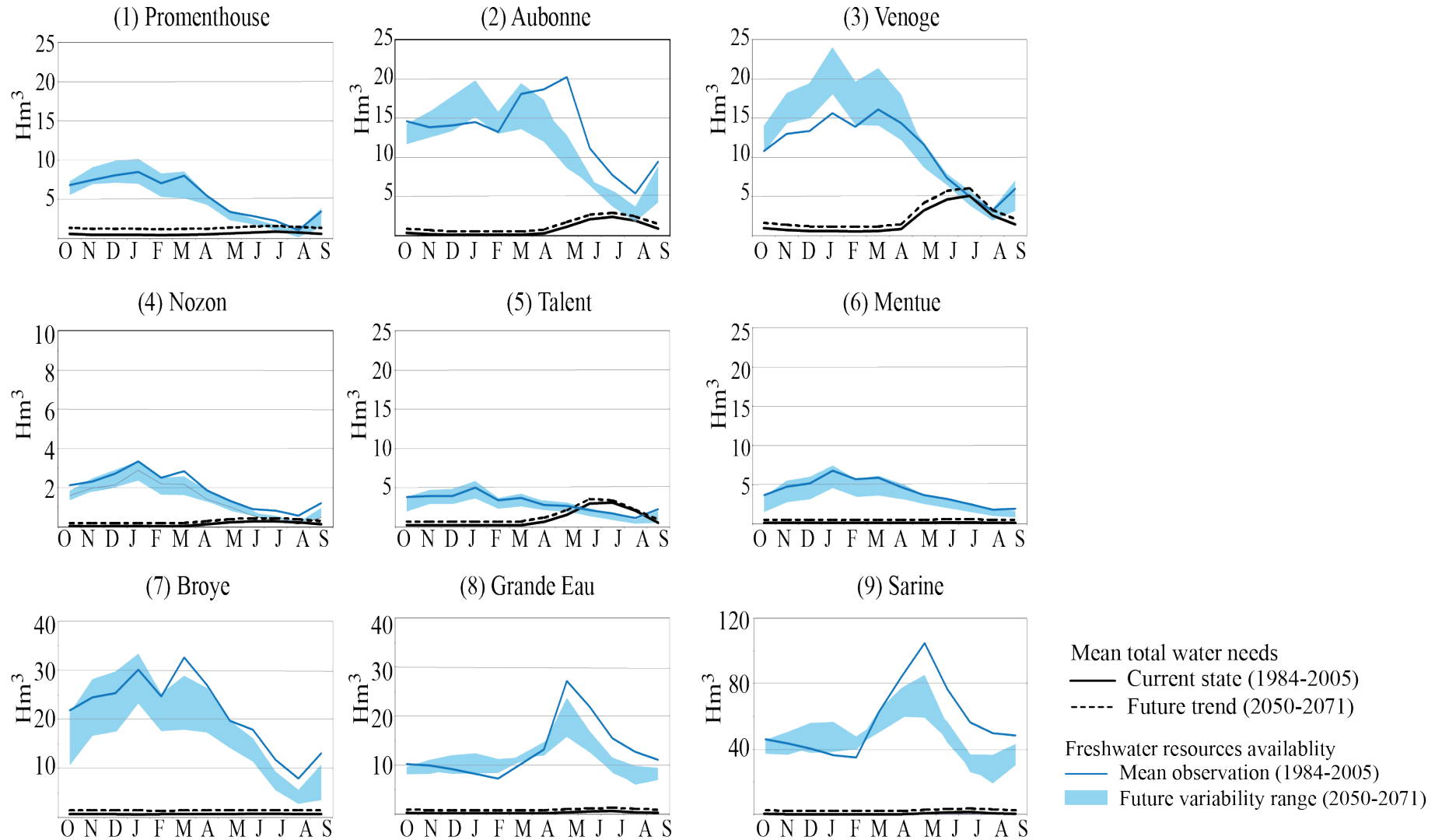
Milano et al., 2015, Journal of Hydrology. Regional Studies

RESSOURCES EN EAU FUTURE SOUS CHANGEMENTS CLIMATIQUES



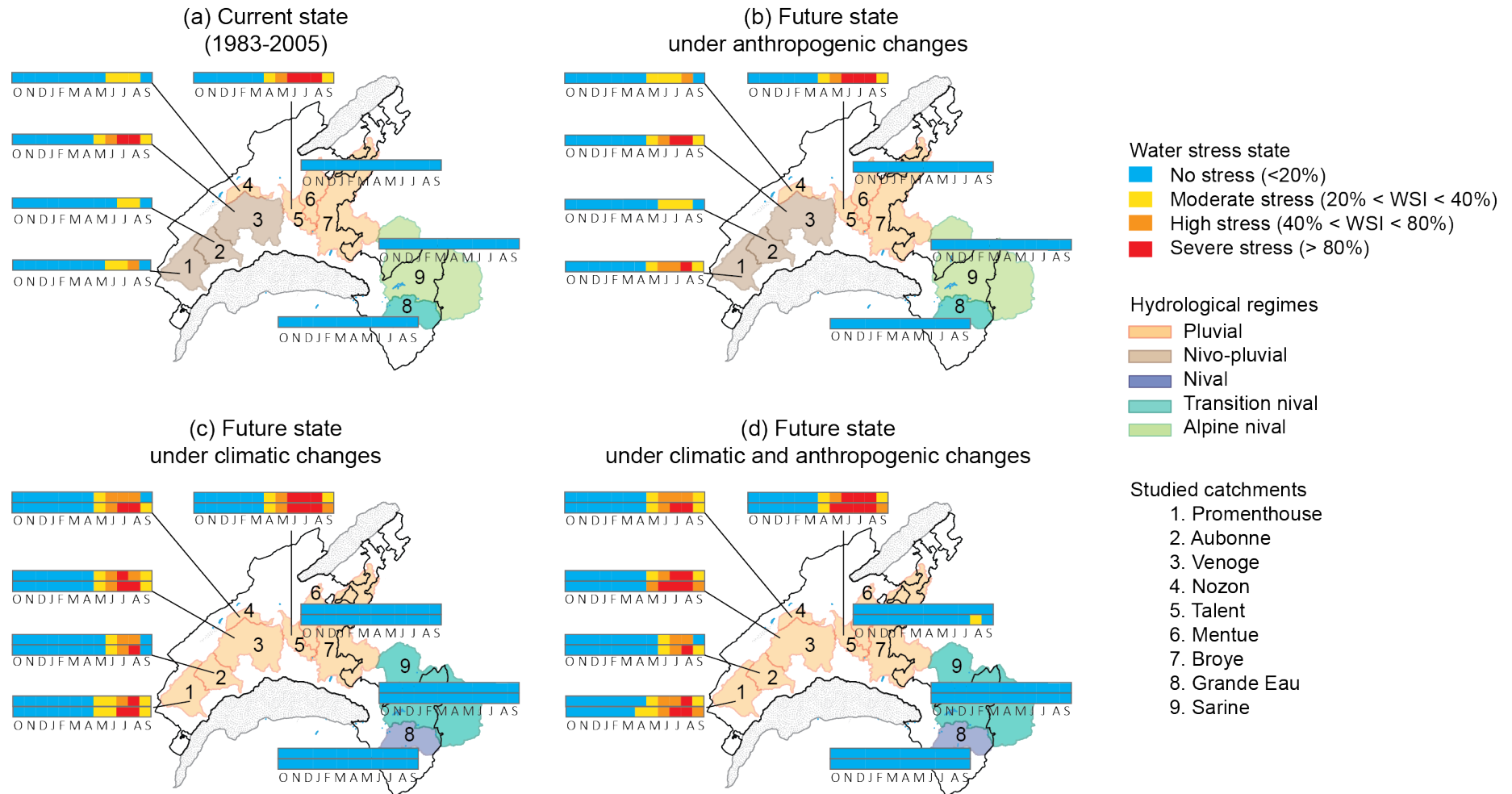
Milano et al., 2015, *Journal of Hydrology. Regional Studies*

BESOINS EN EAU ACTUELS ET FUTURS

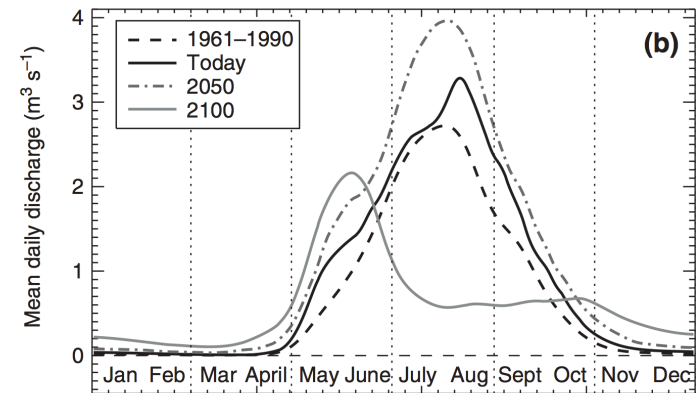
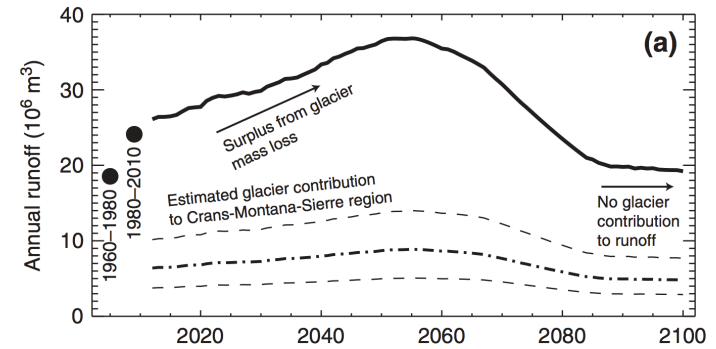
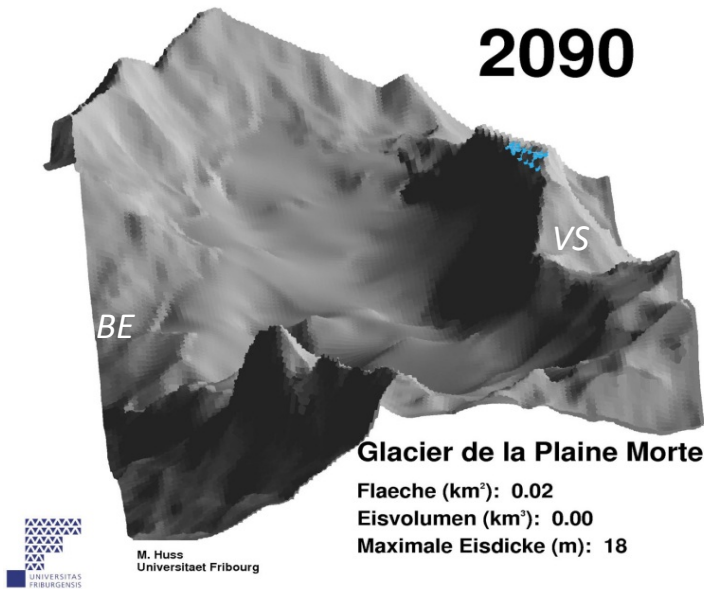


Milano et al., 2015 (SHF congress)

STRESS HYDRIQUE ACTUEL ET FUTUR (HORIZON 2060)

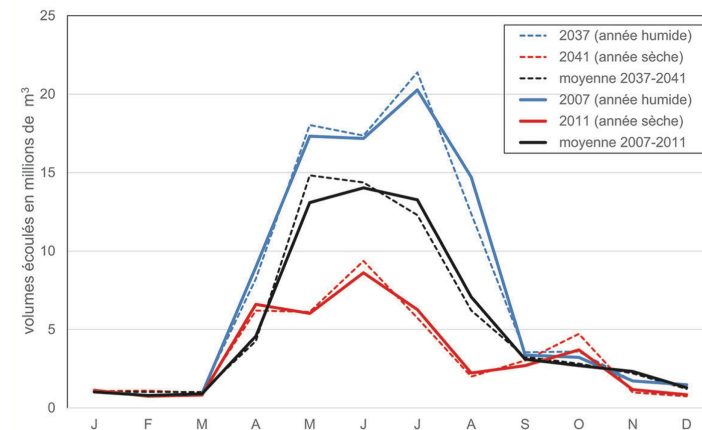


Head water catchment Plaine-Morte mean altitude: 2800 m asl.



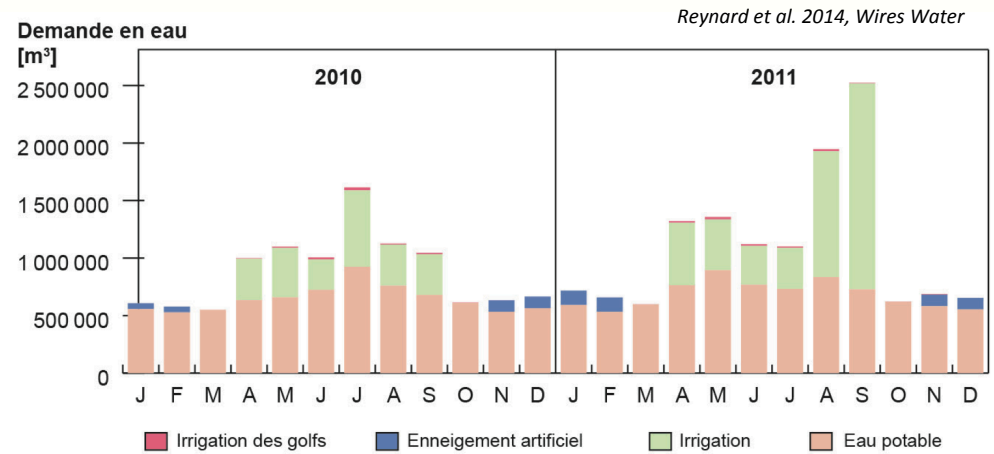
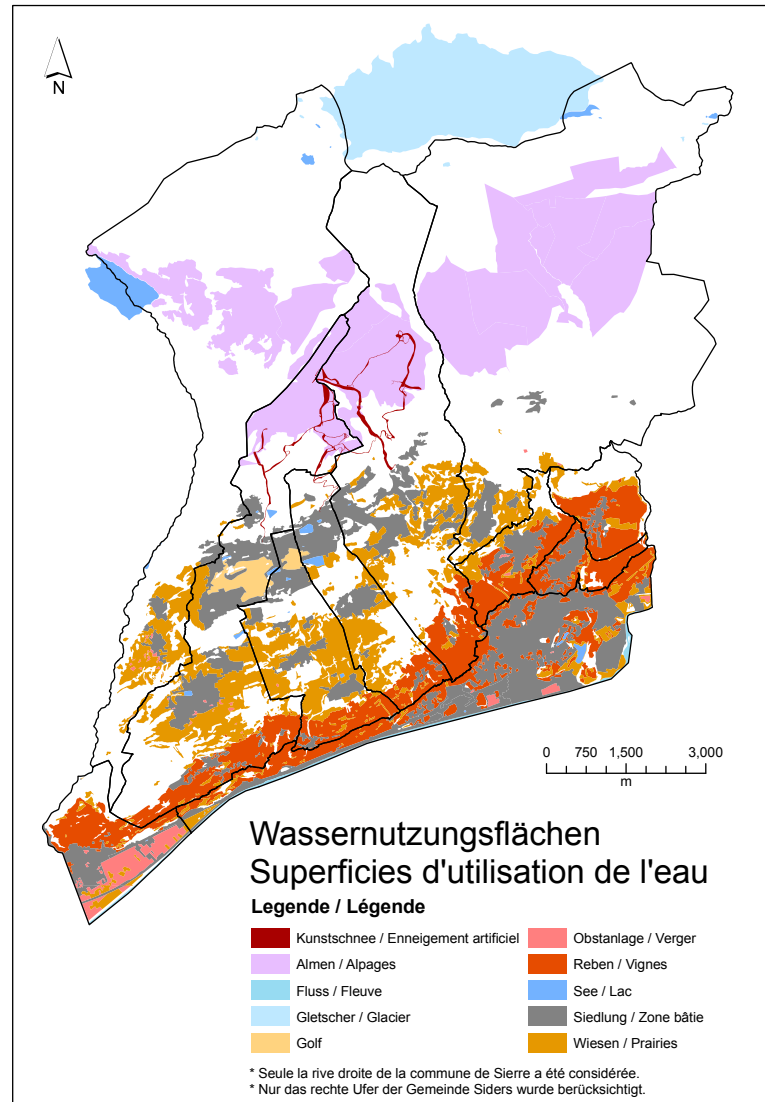
Reynard et al. 2014, Wires Water

Bassins versants Ertentse/Tièche mean altitude: 2600 m asl.



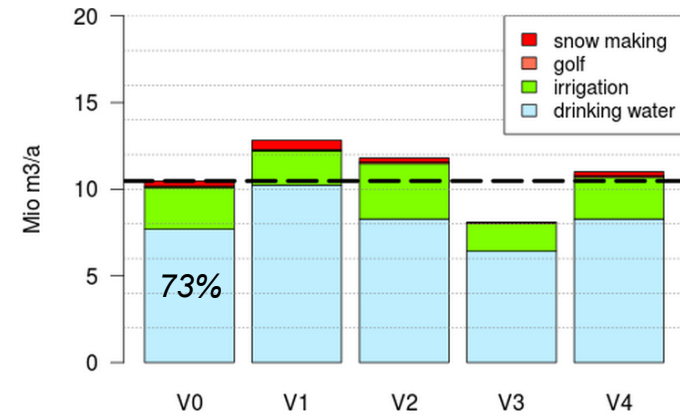
Reynard et al. 2014, Aqua und Gas

CRANS-MONTANA-SIERRE – LA DEMANDE



© eRev.ch 2011

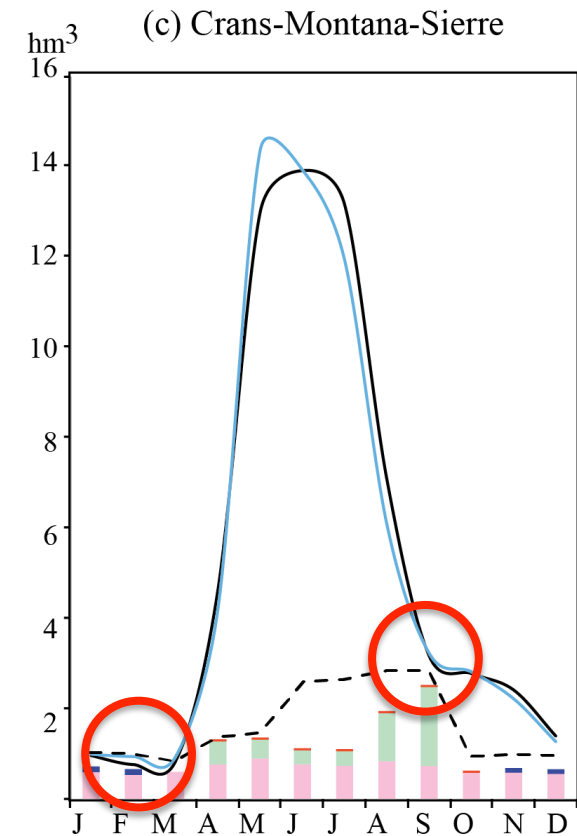
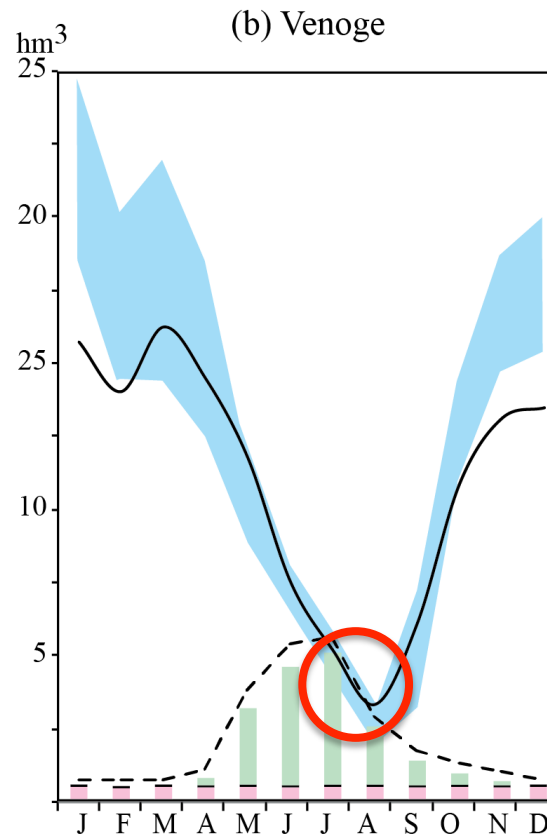
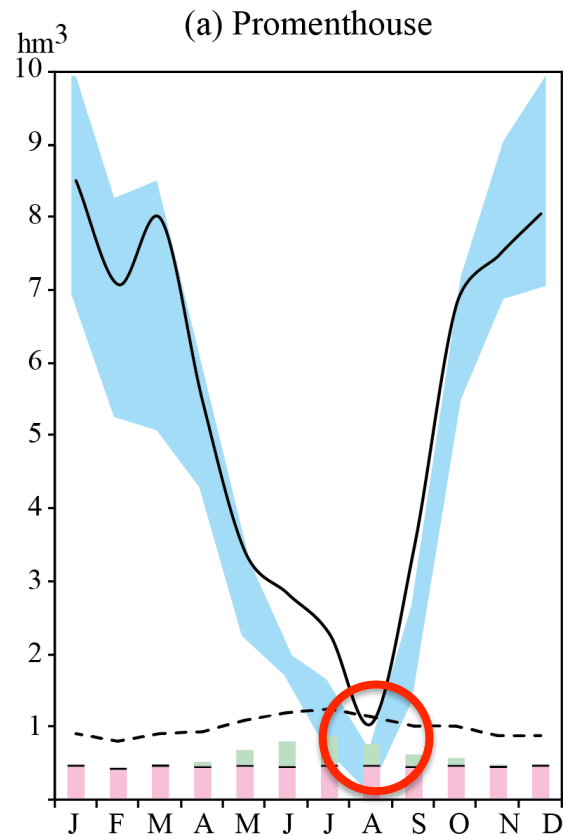
CRANS-MONTANA-SIERRE – LA DEMANDE



	Eau potable	Irrigation	Irrigation des golfs	Enneigement artificiel	Total arrondi (entre parenthèses, besoins max.)	Hydroélectricité
2010 – Année normale	7,7	2,4	0,08	0,3	10,5	67,5
2011 – Année sèche	8,2	4,8	0,09	0,45	13,6	61,2
Besoins futurs Scénario 1a	+33,5%	-18,7%	+7,8%	+77%	+24% (+59%)	?
Besoins futurs Scénario 1b	+23,1%	-24,8%	+7,8%	+77%	+24% (+48%)	?
Besoins futurs Scénario 2	+7,6%	+32,6%	+14,5%	-19%	+19% (+60%)	?
Besoins futurs Scénario 3	-9,6/-16,8%	-34%	+6,8%	-100%	-13% (+18%)	?
Besoins futurs Scénario 4 (Acteurs)	+7,6%	-0,2%	+5,8%	-19%	-3% (+49%)	?

Reynard et al. 2014, Aqua und Gas

SYNTHÈSE



Ressources en eau disponibles

- Valeurs observées (1984-2005 pour a et b; 2007-2011 pour c)
- Fourchette de variabilité future (2050-2071)
- Etat futur (2037-2041)

Besoins en eau actuels

- Urbains
- Elevage
- Irrigation
- Irrigation des golfs
- Production de neige artificielle

--- Besoins en eau futur

(pour a, b = moyenne; for c = selon scénario 1)



1. Combinaison des changements climatiques ET anthropiques

Effets cumulatifs

Facteurs hydrologiques: étiages plus longs; nouvelles périodes d'étiage; recharge des nappes retardée

Demande en eau: l'irrigation coïncide avec les étiages (régime pluvial); en montagne, les étiages hivernaux coïncident avec la haute saison touristique

Dans les deux régions: la période critique de la **seconde partie d'été**

2. Stress hydrique à l'échelle annuelle ≠ échelle mensuelle

Pas ou peu de stress hydrique à l'échelle annuelle

Plusieurs périodes de stress hydrique à l'échelle mensuelle

La question du **stockage** (naturel et anthropique)

3. La question de la temporalité

- **Horizon temporel pour la modélisation**
 - > 2050 pour la modélisation climatique
 - < 2040 pour la modélisation socioéconomique
- **Horizon temporel des problèmes (gestion intergénérationnelle)**
 - Encore assez peu de problèmes au milieu du XXIe siècle
 - Les problèmes deviendront plus aigus dans la seconde moitié du XXIe s.
- **Temporalités des décideurs et temporalité des scientifiques**
 - Des changements à long terme difficiles à se représenter
 - Les décideurs
 - Temporalité courte
 - Difficulté à se projeter dans le futur (ex. Élaboration de scénarios)
 - Difficulté à élaborer des scénarios d'adaptation très différents de la pratique
 - MAIS une connaissance fine du système (y-compris des aspects informels)

4. Les incertitudes

Nombreuses incertitudes

- modèles climatiques et hydrologiques
- usages de l'eau
- manque de données

Difficulté à saisir la complexité des systèmes à l'échelle locale

Difficulté de communiquer sur les incertitudes

5. L'adaptation

Les modèles actuels peinent à intégrer les mesures d'adaptation
(modélisation dynamique)

Nécessité de les connaître et les construire
(travail avec les professionnels du terrain)

TROIS PERSPECTIVES DE RECHERCHE

- **Confronter les résultats de modélisation avec la réalité du terrain à l'échelle locale**
Mémoire de master (Maeva Polla) sur le Talent
- **Intégrer la dimension qualitative dans la modélisation**
Projet-pilote sur le Boiron de Morges (coll. Maison de la Rivière)
- **Intégrer les stratégies d'adaptation dans la modélisation**
Projet-pilote avec des acteurs du territoire (distributeurs d'eau)

Remerciements

Le projet MontanAqua a été réalisé par un groupe interdisciplinaire des universités de Berne, Fribourg et Lausanne. Il a été soutenu par le Fonds national de la recherche scientifique (FNS), projet 406140–125964.

Le projet ICCARE-Vaud a été développé en collaboration avec l'administration cantonale vaudoise (Ph. Hohl) et l'association MandaTerre (J. Mastrullo), que nous remercions.

Le projet ICCARE-Vaud a été développé en collaboration avec l'administration cantonale vaudoise (Ph. Vioget et collaborateurs), que nous remercions.



distributeurs d'eau romands

Journée technique, 1^{er} février 2017
Yverdon-les-Bains

Unil

UNIL | Université de Lausanne

Merci de votre attention



Barrage de Tseuzier © E. Reynard

Reynard E., et al. (2014). Interdisciplinary assessment of complex regional water systems and their future evolution: how socioeconomic drivers can matter more than climate. *WIREs Water* 2014, 1, 413-426. doi: 10.1002/wat2.1032

Reynard E., Graefe O., Weingartner R. (2014). Projet MontanAqua: les principaux résultats ou comment communiquer avec les acteurs locaux. *Aqua & Gas*, 11, 50-57.



Lac Léman © M. Rosset

Milano M., Reynard E., Köplin N., Weingartner R. (2015). Climatic and anthropogenic changes in Western Switzerland: Impacts on water stress, *Science of the Total Environment*, 536, 12-24. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.049

Milano M., Reynard E., Bosshard N., Weingartner R. (2015). Simulating future trends in hydrological regimes in Western Switzerland, *Journal of Hydrology: Regional Studies* (2015), 748-761. doi: 10.1016/j.erjh.2015.10.010