

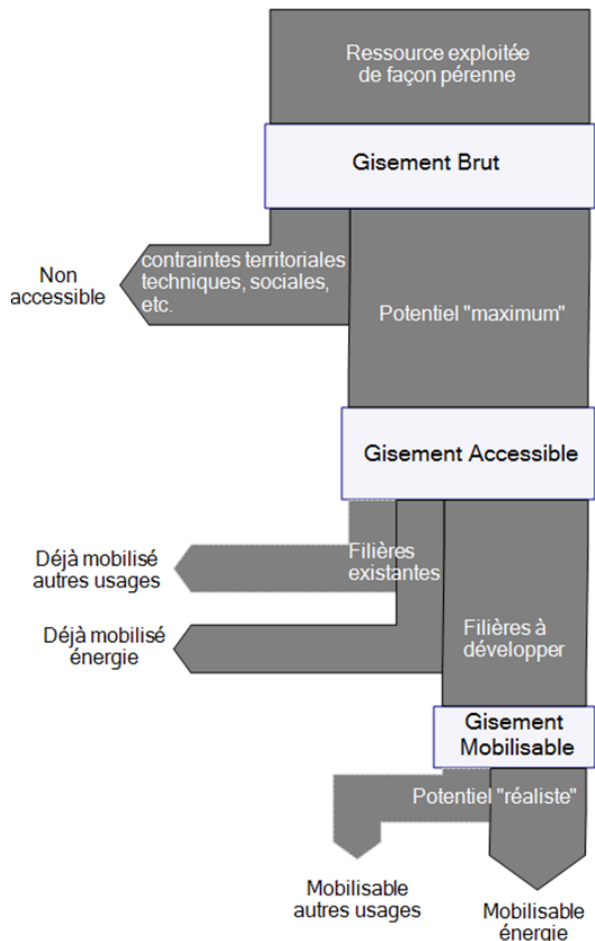
***Forum ARPEA du 27 septembre 2019
réseaux de chauffage et de refroidissement, comment
valoriser les ressources inexploitées de Suisse Romande ?***

Gisements renouvelables mobilisables en Suisse romande

Présentation de Jérôme Faessler

- Définition Gisements ou potentiels renouvelables mobilisables
 - Filières énergétiques en Suisse romande pour la thermique (chaud/froid)
 - Synthèse quantitative des gisements renouvelables mobilisables en Suisse-romande pour quelques filières
 - Comparaison avec la consommation actuelle
 - Conclusions
-

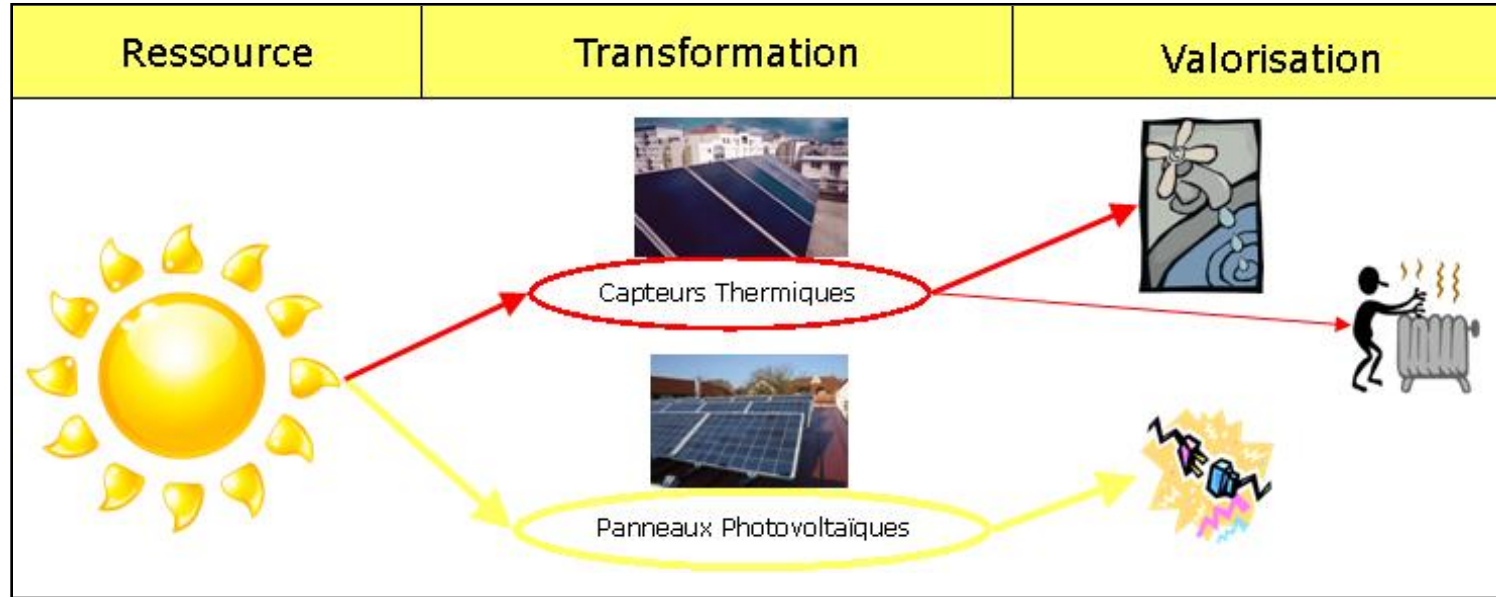
Gisement Renouvelable



- Le **potentiel théorique (ou gisement brut)** se rapporte à l'offre physique totale d'un agent énergétique dans le périmètre étudié, sans tenir compte des restrictions effectives impliquées par son exploitation
- Le **potentiel technique** est la part du potentiel théorique utilisable compte tenu des restrictions techniques données. Comme le potentiel technique dépend de l'évolution technologique, il change au fur du temps
- Le **potentiel attendu (ou gisement accessible)** est la part du potentiel technique qui remplit les critères « écologique », « économique » et « socialement accepté »
- Le **potentiel mobilisable (ou gisement mobilisable)** est la part du potentiel attendu pas encore mobilisé

SOURCE : OFEN, 2012, Potentiel des énergies renouvelables dans la production d'électricité





Irradiance brute
 $\approx 1'200 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$

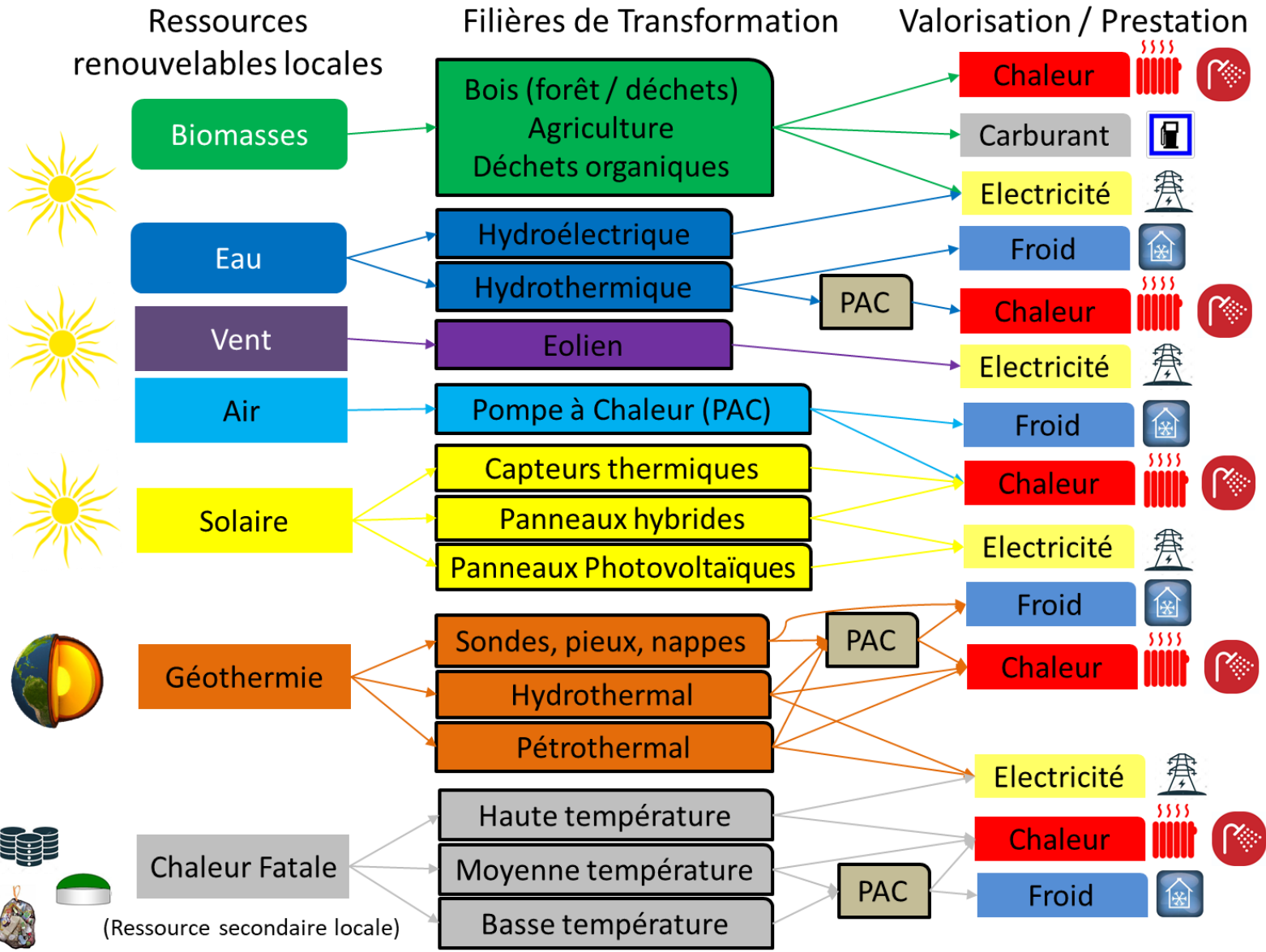
Rendements Transformateurs:
 Thermique $\approx 50\text{-}60\%$
 Photovoltaïque $\approx 15\text{-}20\%$

Energie utile
 ECS $\approx 600 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$
 Chauffage $\approx 300 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$
 Photovoltaïque $\approx 200 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$

- Comment passer des m^2 « bruts » aux m^2 « utiles » ?
- Aspects techniques, sociaux, économiques → « ordre de grandeur »

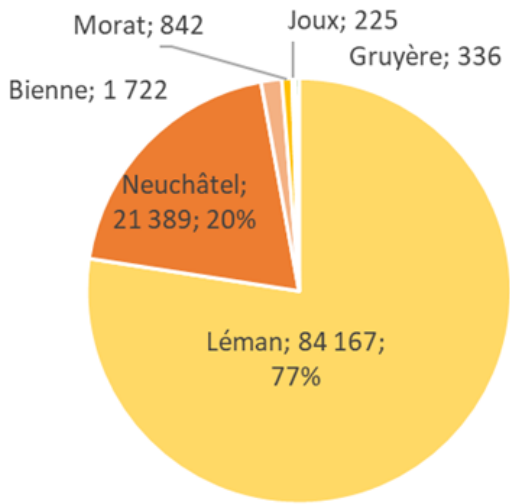


SOURCE : Photosun



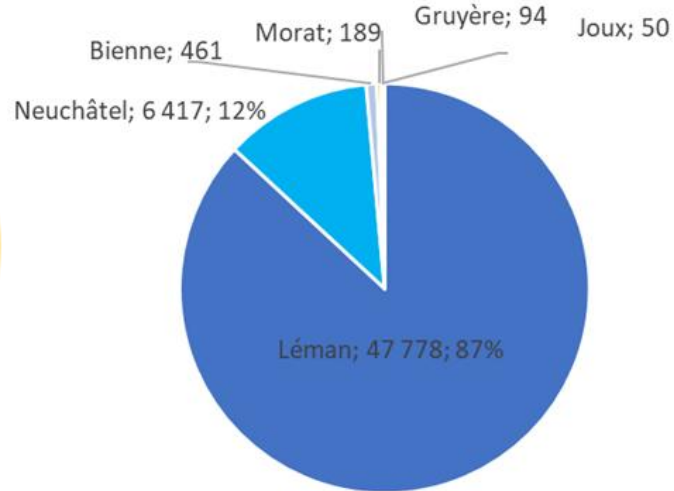
- Méthodologie de quantification basée ici sur les rapports des services romands de l'énergie et différentes études spécifiques (Approche plus conservatrice que le livre blanc de l'Ascad de 2014)
- Photographie aujourd'hui d'un futur « souhaitable-probable », certaines filières étant encore très mal connues (i.e. *géothermie profonde*)
- 4 exemples de gisements mobilisables :
 - Hydrothermie, Géothermie, rejets STEP et biomasses

Gisements Chaleur Lacs romands (GWh/an)



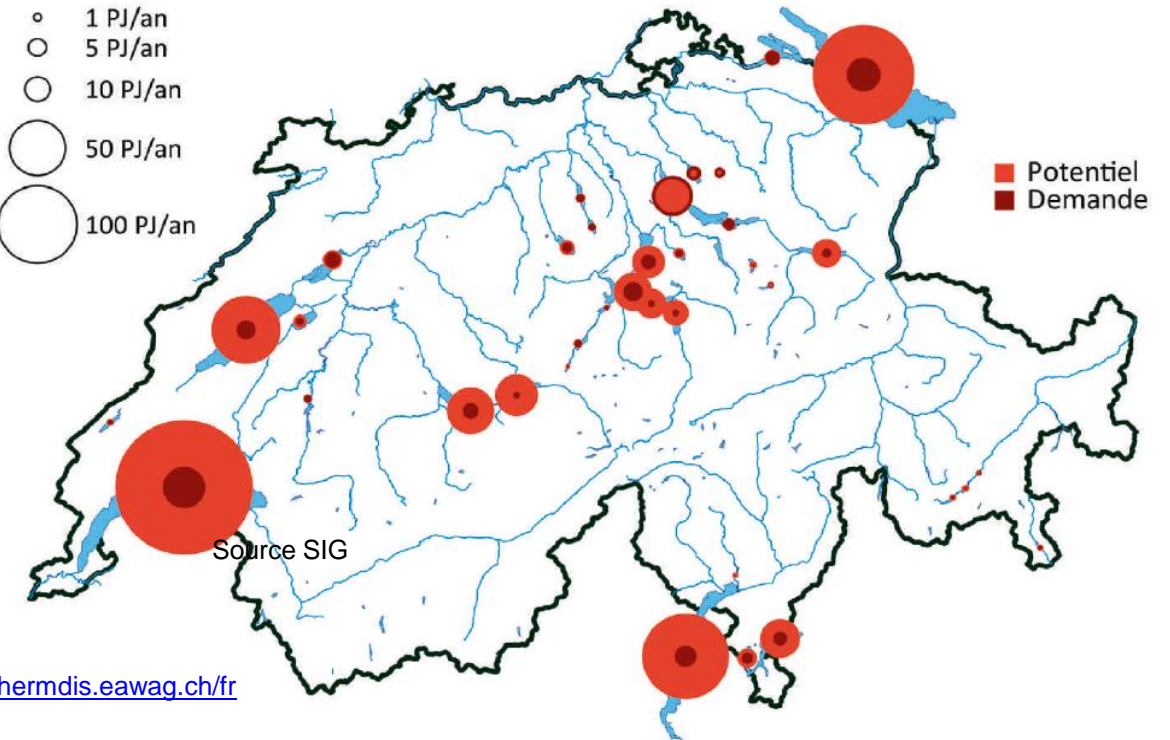
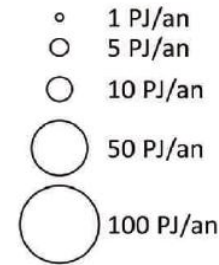
109'000 GWh/an

Gisements Refroidissement Lacs romands (GWh/an)



55'000 GWh/an

Chaleur

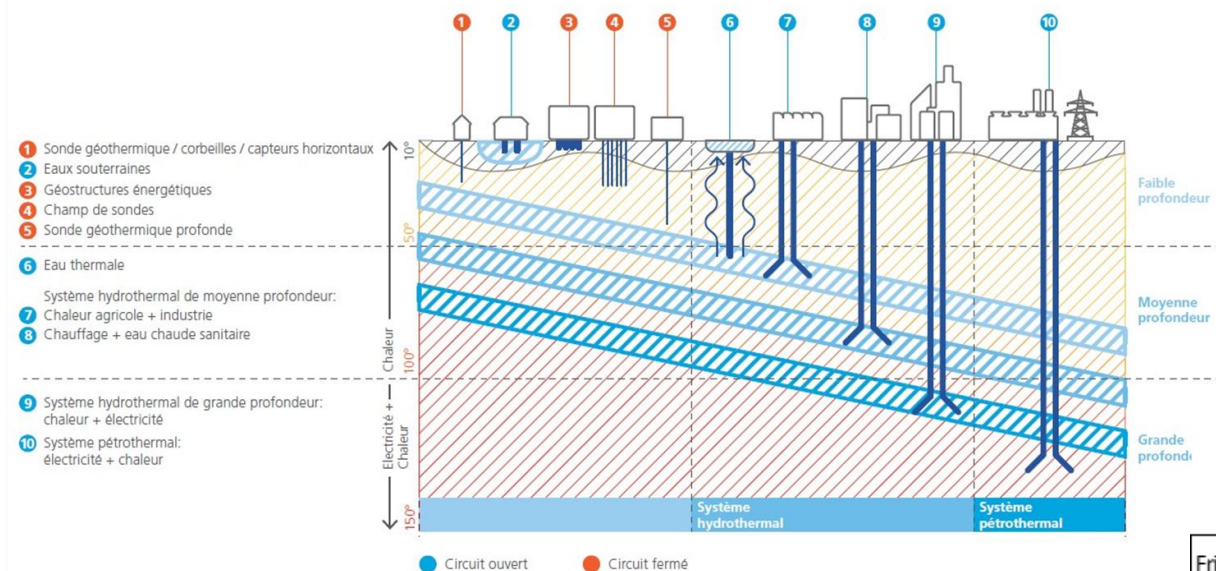


Source : <https://thermdis.eawag.ch/fr>

- Principalement Lac de Neuchâtel et Lac Léman (Rhône et Sarine pour les rivières)
- Gisement brut très grand ≠ Gisement mobilisable !



Genève	280	175
Jura	0	0
Neuchâtel	140	110
Valais	60	40
Vaud	120	80
SOMME	670	455



	Géothermie faible prof.			Géothermie moyenne prof.			Géothermie grande prof.	
	GWh/an actuelle	GWh/an future	GWh/an mobilisable	GWh/an actuelle	GWh/an future	GWh/an mobilisable	GWh/an actuelle	GWh/an future (mobilisable)
Fribourg	274	360	86	0	?	?	0	85 (th) et 42 (el)
Genève	35	510	475	0	390	390	0	?
Jura	?	8	8	0	55	55	0	55 (th) et 40 (el)
Neuchâtel	16	350	334	0	40	40	0	?
Valais	95	250	155	15	25	10	0	?
Vaud	229	460	231	17	1'440	1'423	0	?
SOMME	649	1'940	1'290	32	1'950	1'918	0	?

Trois types de géothermie :

- Faible profondeur : nappes, sondes ou géosstructures permettant de produire de la chaleur et/ou du froid avec des PAC;
- Moyenne profondeur : systèmes hydrothermaux permettant de produire de la chaleur directe et/ou via une PAC ;
- Grande profondeur : systèmes hydrothermaux ou pétrothermaux permettant de produire de l'électricité et/ou de la chaleur directe ;

Encore beaucoup d'incertitudes sur la moyenne et grande profondeur !

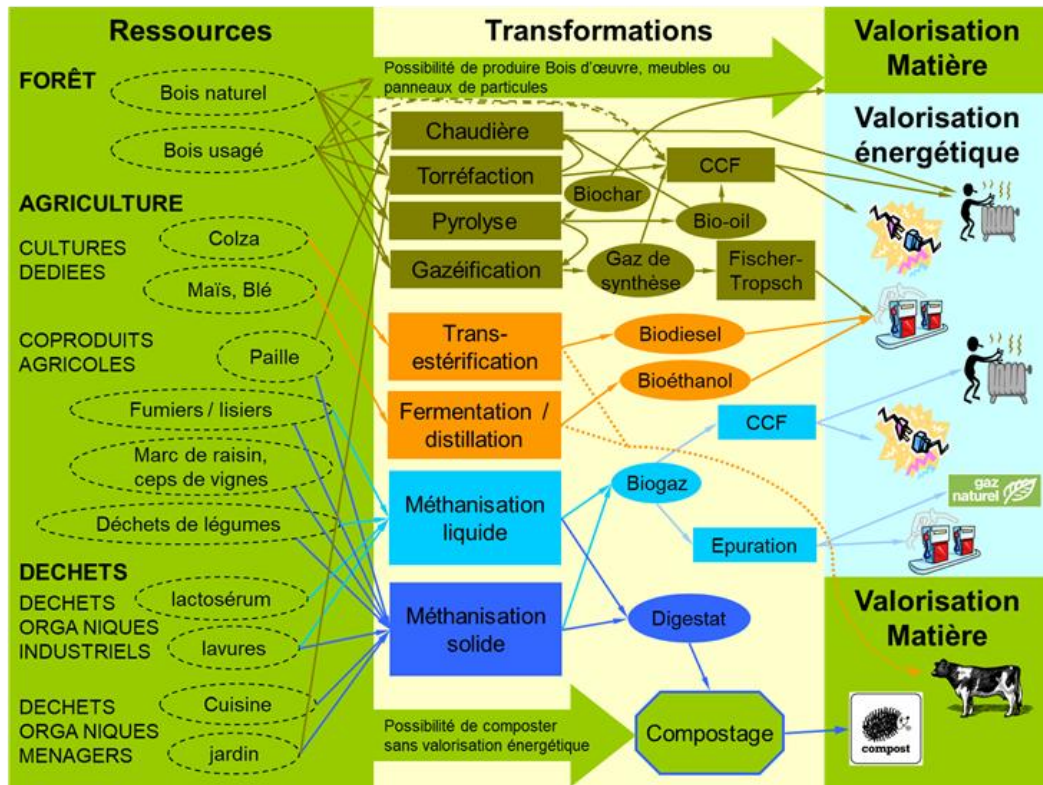
	Equivalent-Habitants (EH)	Habitants raccordés (Hrac)	Nombre de STEP > 9'000 EH	Nombre de STEP avec potentiel valorisation	Gisement consolidé (basé sur plusieurs études de faisabilité)		Gisement définis par cantons
					Source Froide mobilisable en MW	Chaleur mobilisable en GWh/an	Chaleur mobilisable en GWh/an
Fribourg	581'180	224'066	13	9	15.7	98	139
Genève	913'600	571'608	5	1	40.0	250	370
Jura	87'500	51'363	2	<i>env. 2</i>	3.6	22	?
Neuchâtel	259'700	156'085	8	<i>env. 4</i>	10.9	68	?
Valais	828'654	199'424	13	<i>env. 6</i>	13.9	87	?
Vaud	1'139'038	643'444	27	18	45.0	281	610
SOMME	3'809'672	1'845'990	68	40	129	807	1'119

68 STEP romandes, moyenne de 14'300 H_{raccordés}/MW_{th}

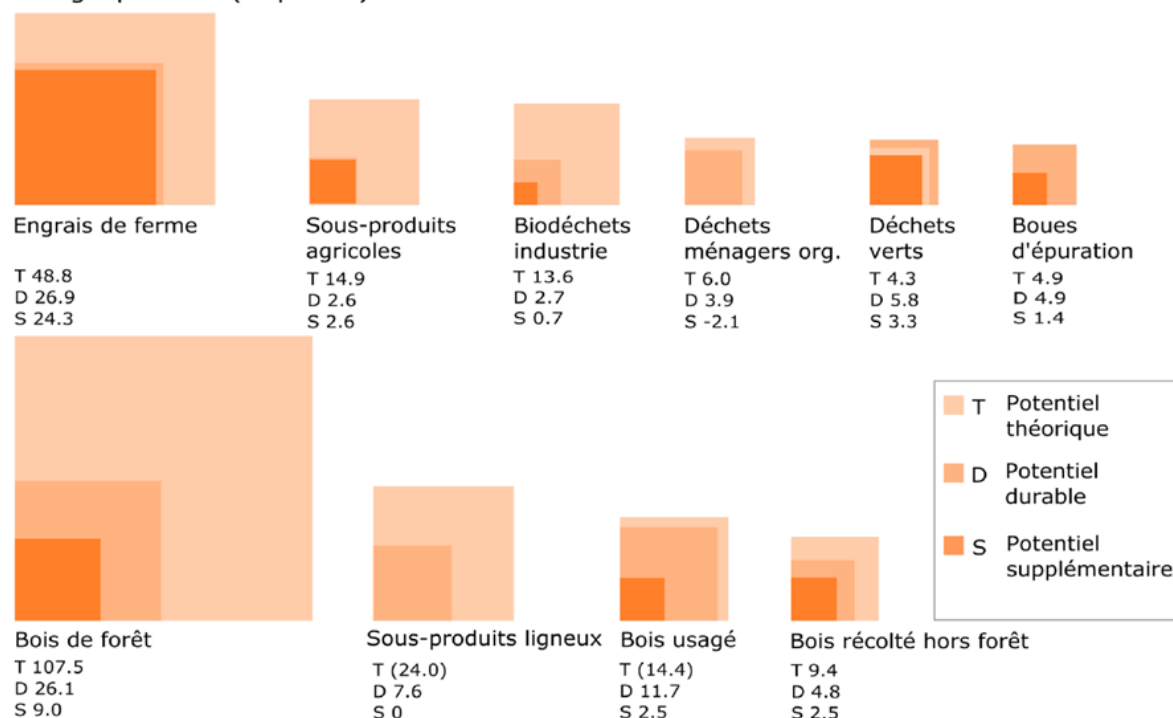
Les valeurs globales pour 1.85 millions d'habitants donnent les résultats suivants :

- $P_{\text{sortie STEP}}$ (source froide, avec $DT=5K$) = 129 MW ;
- $P_{\text{condenseur PAC}}$ = 161 MW (pour un COPA de 5) ;
- $E_{2000h} = 323 \text{ GWh}_{th}/\text{an}$ (mono-ressource : fonctionnement 2'000 heures à puissance nominale) ;
- $E_{5000h} = 807 \text{ GWh}_{th}/\text{an}$ (multi-ressource : fonctionnement 5'000 heures à puissance nominale) ;





Energie primaire (PJ par an)



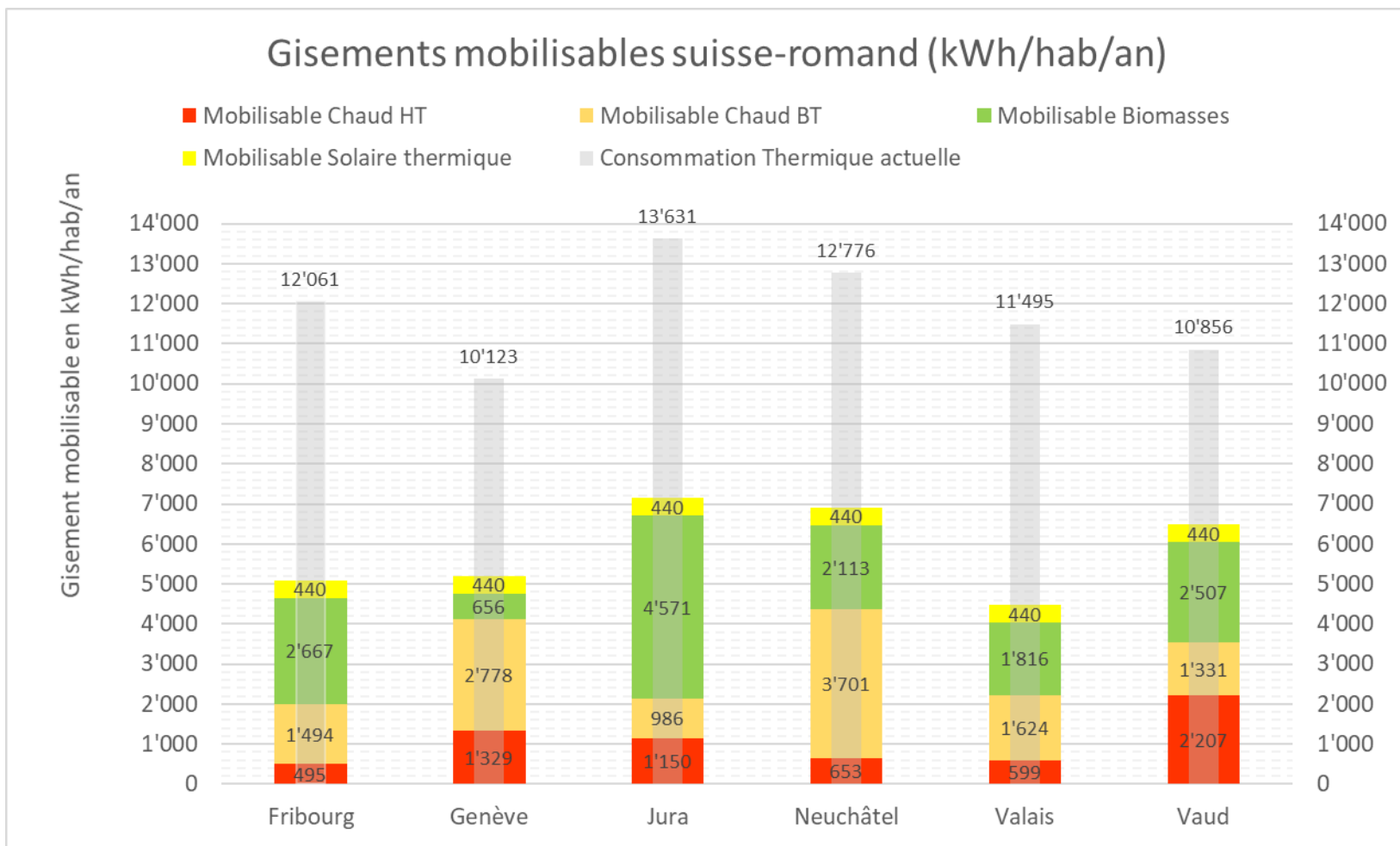
Source : Faessler 2011, <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:17272>

Source : Biomassenpotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A13277/datastream/PDF/view>.

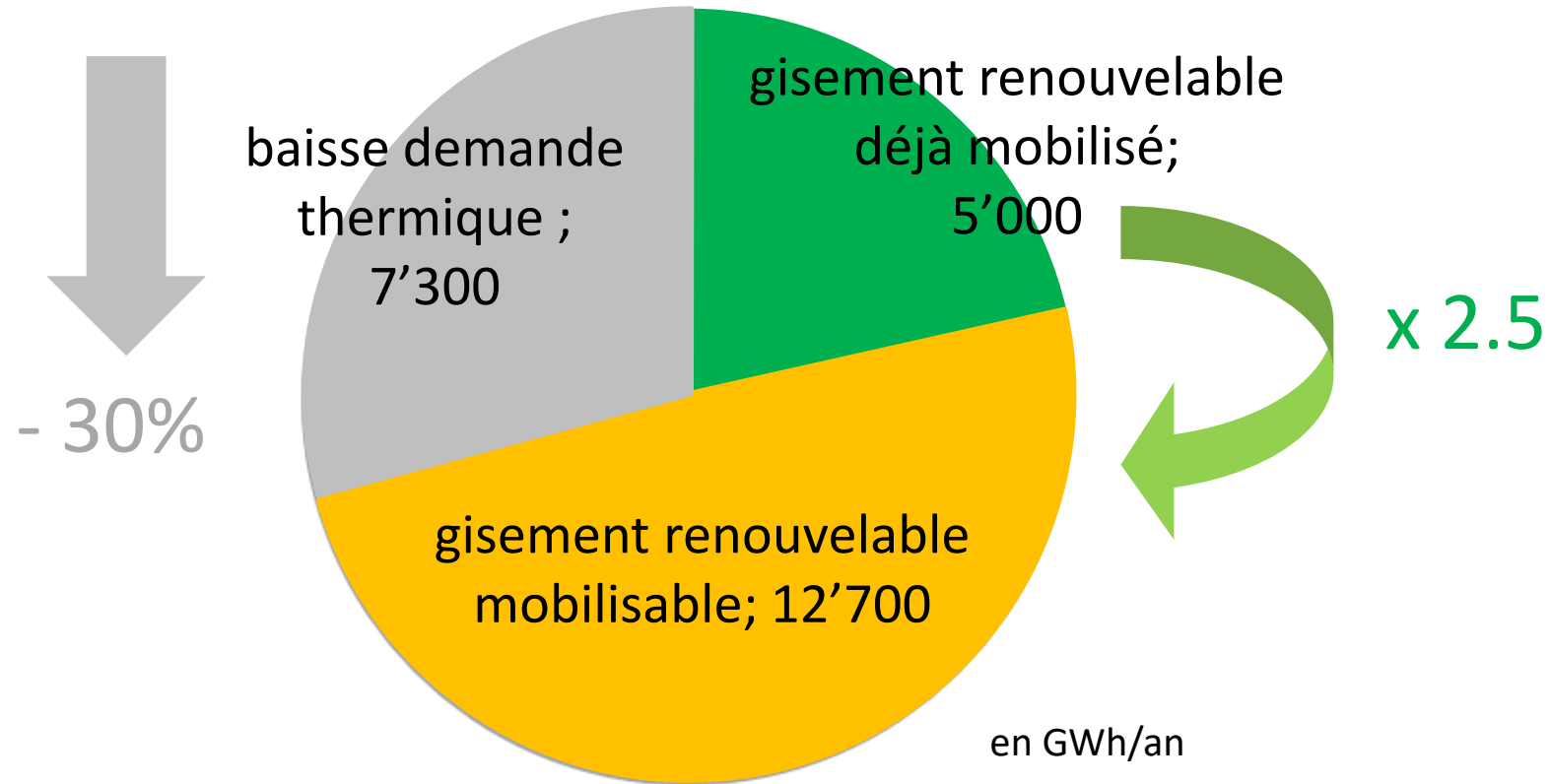
Le potentiel durable D est d'environ 100 PJ, soit 28 TWh, dont la moitié se situe en suisse-romande.

Le gisement encore mobilisable suisse (potentiel supplémentaire S) est d'environ 13 TWh, soit environ 1'500 kWh/habitants (CH)

Gisement mobilisable suisse-romand est d'environ 4'500 GWh/an (2'000 kWh/hab/an), réparti entre un tiers de bois forêt, un tiers d'engrais de ferme et de sous-produits agricoles et un tiers du solde (bois déchets, déchets organiques, biogaz STEP).



- Consommation moyenne d'environ 11'000 kWh_{th}/hab ou 25'000 GWh_{th}/an
- Environ 5'000 GWh_{th}/an ou 2'300 kWh_{th}/hab (20%) de ressources renouvelables locales déjà mobilisée (50% biomasses)
- Nécessité d'assainir les bâtiments pour atteindre les objectifs de la politique climatique



- Mobiliser ces gisements pour la transition énergétique reste un travail considérable
- Développer des réseaux de chaud, froid, tempéré (« anergie ») permet de coupler les offres et les demandes thermiques à des coûts globaux plus intéressants pour la société → mutualisation, efficacité

