

Quand le passé enseigne le futur

autonomie domestique à prix plancher grâce au solaire thermique



Pascal Cretton – Sebasol

Cette conférence sera en ligne sur la Revue de Presse de Sebasol, www.sebasol.info/presse.asp
Un projet ? D'abord aller lire les fiches de coûts et performances mesurées en Annexe 4 et 5. Ensuite vous inscrire au
Cours de la Reconquête <https://www.sebasol.ch/le-cours-de-la-reconquete/>

Première partie

Contexte : le retour de la réalité

Une déclaration qui pointait depuis longtemps....

« La carte des prix spots de l'électricité en Europe cet après-midi montre presque partout, et aussi chez nous en Suisse, des prix négatifs. C'est à dire que ceux qui ont produit des électrons à ce moment là ont dû payer pour les évacuer.

Ce ne fut pas le cas cependant pour tous les possesseurs de panneaux photovoltaïques suisses qui bénéficient actuellement de prix de reprise garantis sur l'année. *Ces producteurs sont donc ainsi déconnectés des aléas et des risques du marché.* [une remarque : c'est mal d'être "déconnecté" ?]

Cette situation ne pourra malheureusement pas perdurer car le coût de ces prix de reprise par les entreprises électriques devient exorbitant à mesure que le nombre d'installations PV mises en service augmente. Or cette croissance est exponentielle depuis trois ans. Les prix de reprise vont donc logiquement baisser fortement dans les années à venir, et des différences de prix de rachat entre l'hiver et l'été ou entre les heures de la journée pourraient être proposées.

Il est donc bon de conseiller aux propriétaires et futurs propriétaires de panneaux PV sur toiture de ne pas compter sur ces prix de reprise élevés quand ils calculent leur plan financier. Seule l'autoconsommation est une économie sûre car elle permet d'économiser sur ses achats d'électricité et surtout de se passer des coûts d'acheminement (timbre réseau). Cette autoconsommation peut avantageusement être augmentée par une batterie de maison qui évite justement de refouler de l'électricité sur le réseau aux heures de non consommation et de garder ces précieux électrons pour le soir.

Rappelons enfin que la production d'électricité est un marché libre en Suisse et que chaque producteur d'électricité solaire est libre de décider à quelle entreprise électrique il veut céder ses électrons, il peut donc être malin de faire jouer la concurrence. À l'inverse, le gestionnaire du réseau de distribution local a une obligation de reprise tout en étant libre de fixer son prix selon les règles fixées par l'Elcom. La nouvelle loi électricité qui sera l'objet du référendum du 9 juin prochain introduira un prix de reprise minimum national proche des coûts, donc assez bas. En résumé : un électron produit n'a de la valeur que s'il y a quelqu'un qui en a besoin au même moment , sinon il vaut mieux le stocker ou ne pas le produire. »

Cordialement – Christian (=> Christian Petit, PDG de la Romande Energie).

https://www.linkedin.com/in/christianpetit-romande-energie?miniProfileUrn=urn%3Ali%3Afsd_profile%3AACoAAAAtCK4BP5ESdf1tNp7qVD8uS_9T7Dw6904

Et si vous nous donniez les moyens
de la faire perdurer ?

Retour aux BASES

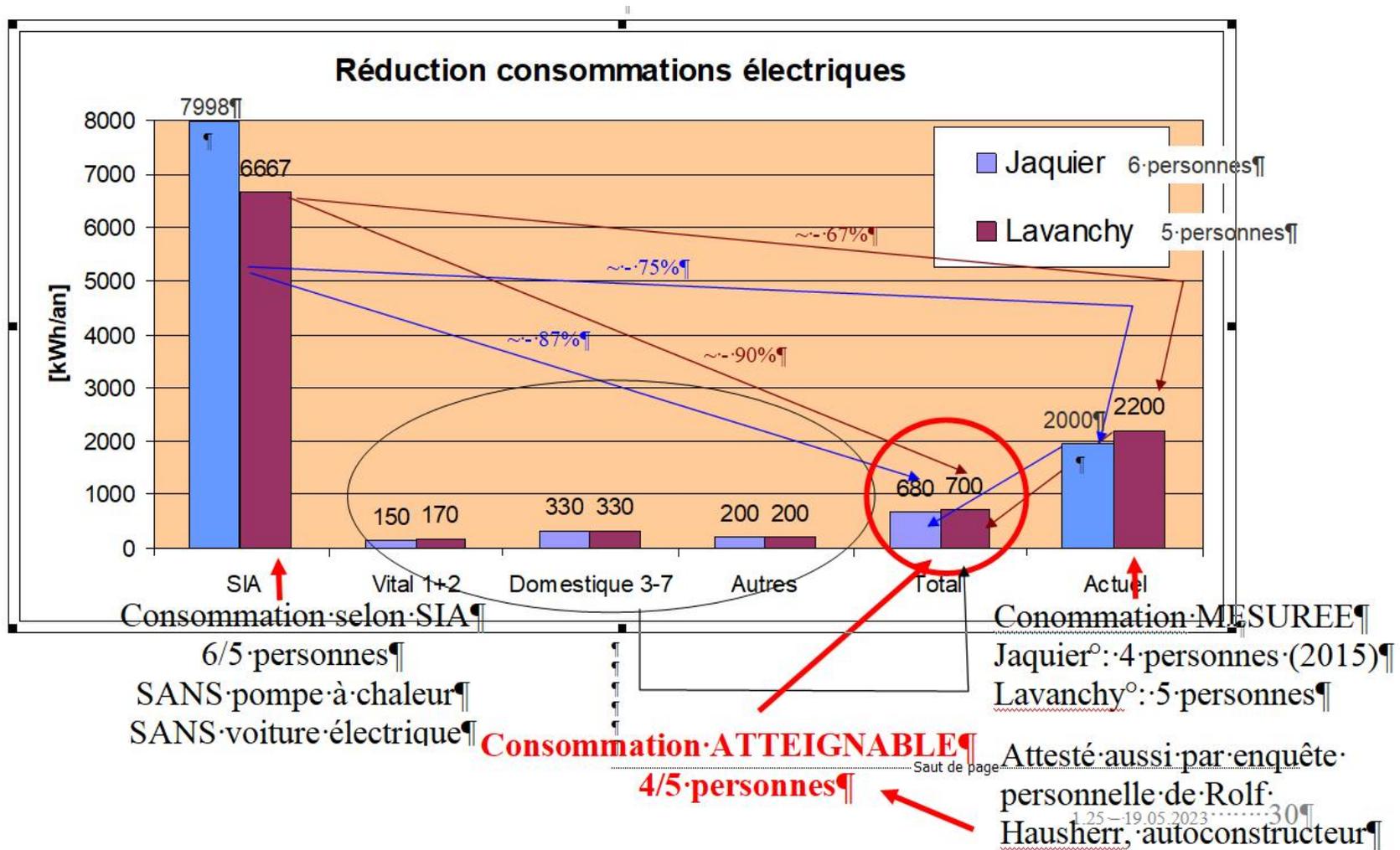
Il y a un rapport important entre l'électricité et la chaleur dans l'habitat.

Toute électricité économisée pour faire de la chaleur, y compris avec présence de photovoltaïque

1. Diminue les importations d'hiver (électricité européenne sale)
2. Diminue la demande de pointe d'hiver (risques de blackouts)
3. Augmente l'autonomie électrique de l'habitat
4. Epargne l'électricité nécessaire aux autres usages indispensables

Et donc **contrarie** M. Rösti et ses miséreux amis du nucléaire,
et aussi Rosatom (et donc Vladimir Poutine)

Les normes de consommations moyennes versus ce qui est possible en réalité – cas mesurés Jaquier (6 personnes) / Lavanchy (5 personnes)



Chez les Jaquier - 2000 kWh d'électricité par an – 6 personnes (en 2021)



Chez les Lavanchy - 2200 kWh d'électricité par an – 5 personnes (en 2017)



Chez les Jaquier c'est pas le retour à la bougie



Et c'est pas d'avantage une grotte

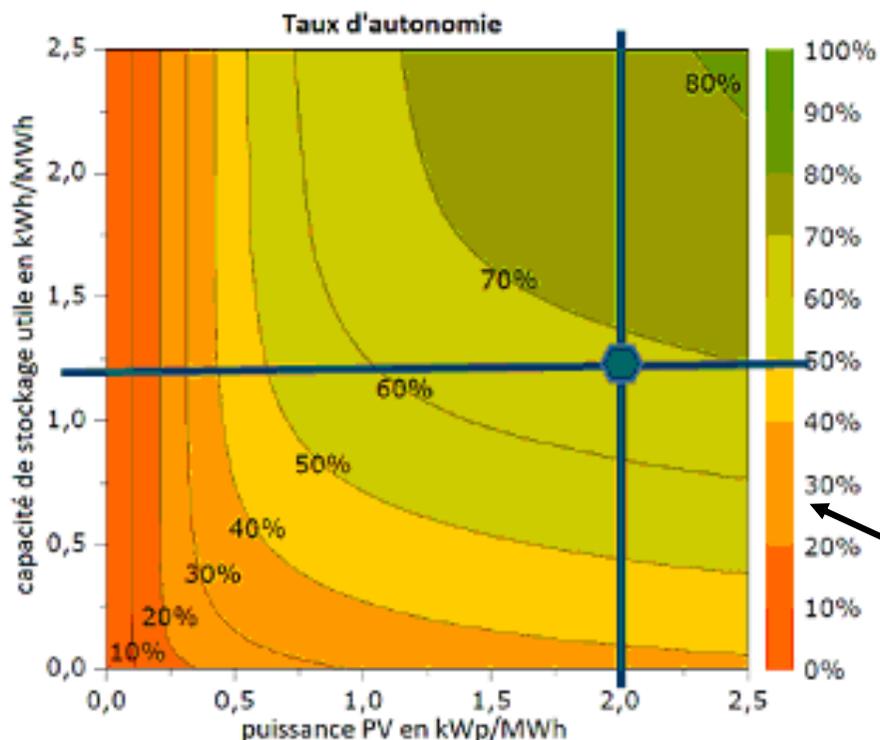


Jaquier, Sorens. Minergie-P à neuf. 180m² chauffés. Famille de 6 personnes. 15m² solaire, poêle hydro, distribution, ventilation en autoconstruction. Couverture solaire > 80%. Bois < 1 stère/an

Un outil simple pour déterminer l'autonomie vs les besoins en électricité – Conso SIA standard (= seulement appareils ménagers)

et autonomie – Aide à l'analyse !! ≠ Autoconsommation !!

Exemple (non optimisé): Ménage 5 MWh/an, PV 10kWp, stockage 6kWh



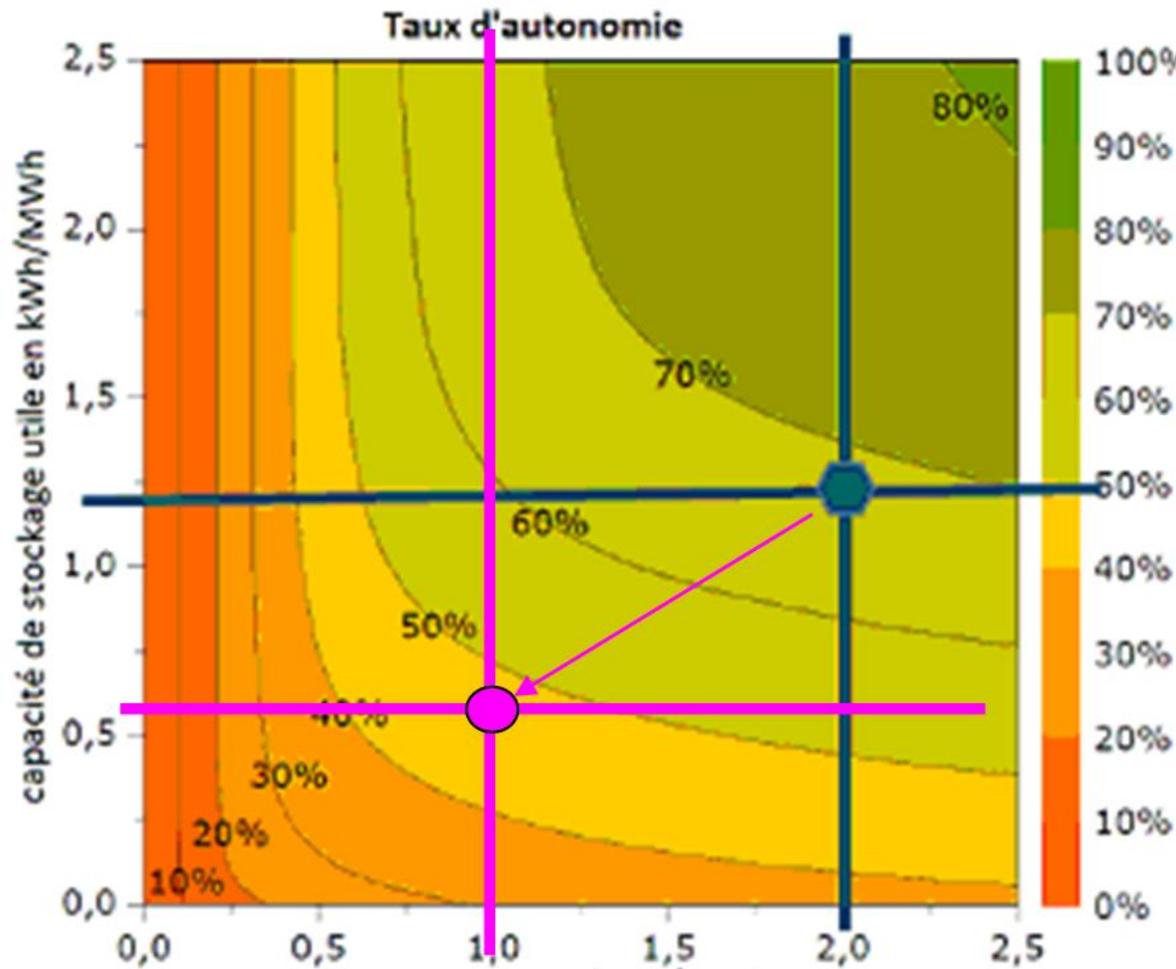
Exemple de base
5000 kWh par an = ~ 4 personnes dans l'individuel selon SIA
10 kWp de photovoltaïque
6 kWh de batterie

Source : <http://pvspeicher.htw-berlin.de/wp-content/uploads/2015/05/HTW-Berlin-Solarspeicherstudie.pdf>

10 kWp = ~ 50 m² de PV panneaux moyens en 2024
Puissance kWp/MWh = 10/5 = 2, stockage kWh/MWh = 6/5 = 1.25

Autonomies vs besoins – Conso SIA standard + PaC

PAC air-eau COPa 3, 15'000 kWh thermique/an avec l'ECS => + 5'000 kWh électriques => **total 10'000 kWh/an**
 => Puissance kWp/MWh = 10/10 = 1, kWh/MWh = 6/10 = 0.6



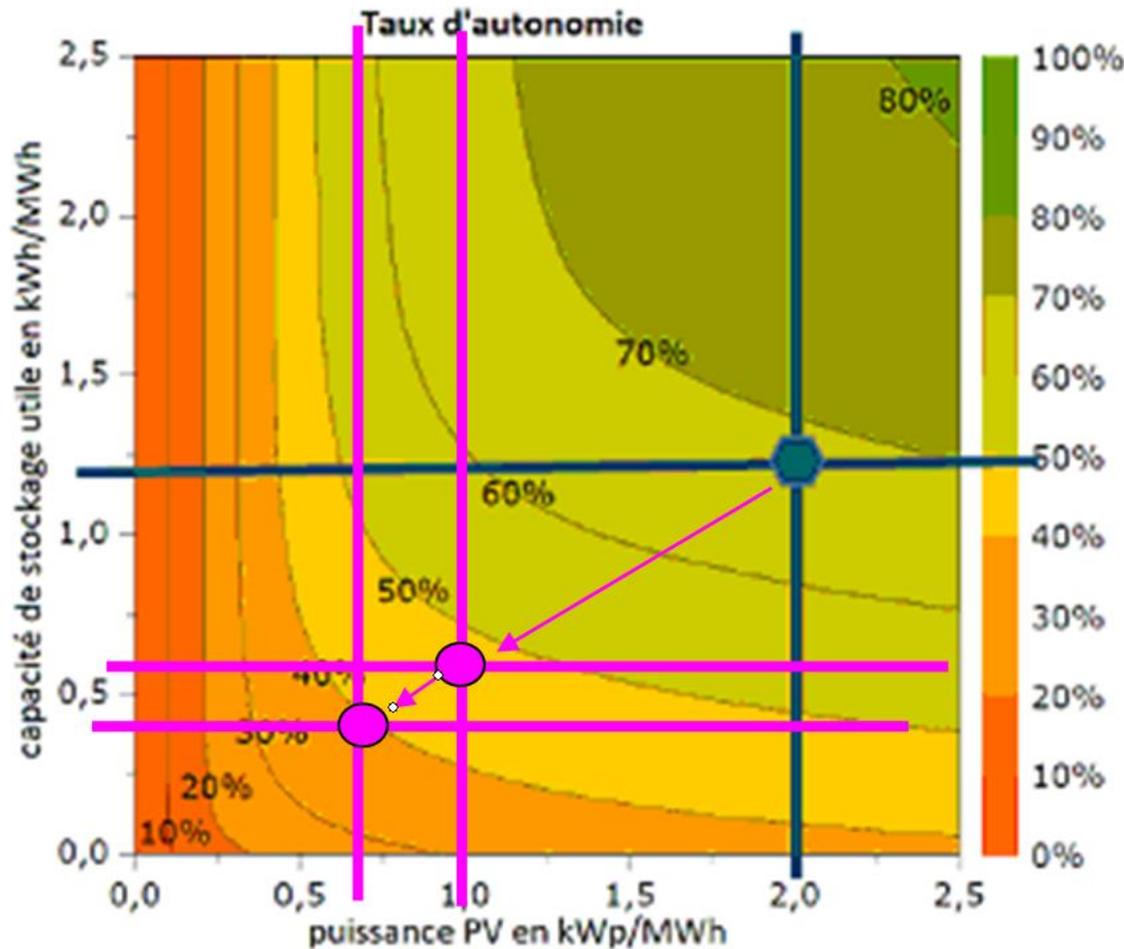
Pour obtenir la même chose qu'avant il faut

- 20 kWp = 100 m² de PV
- 12.5 kWh de batterie
- Soit
- + 100% de m² de PV
- + 108 % de capacité batterie

Note : 15'000 kWh ECS et chauffage sur 225m² <=> 67 kWh/m² an <=> rénovation ≈ Lavanchy = CECB C limite B

Autonomies vs besoins – Conso SIA + PaC + voiture électrique

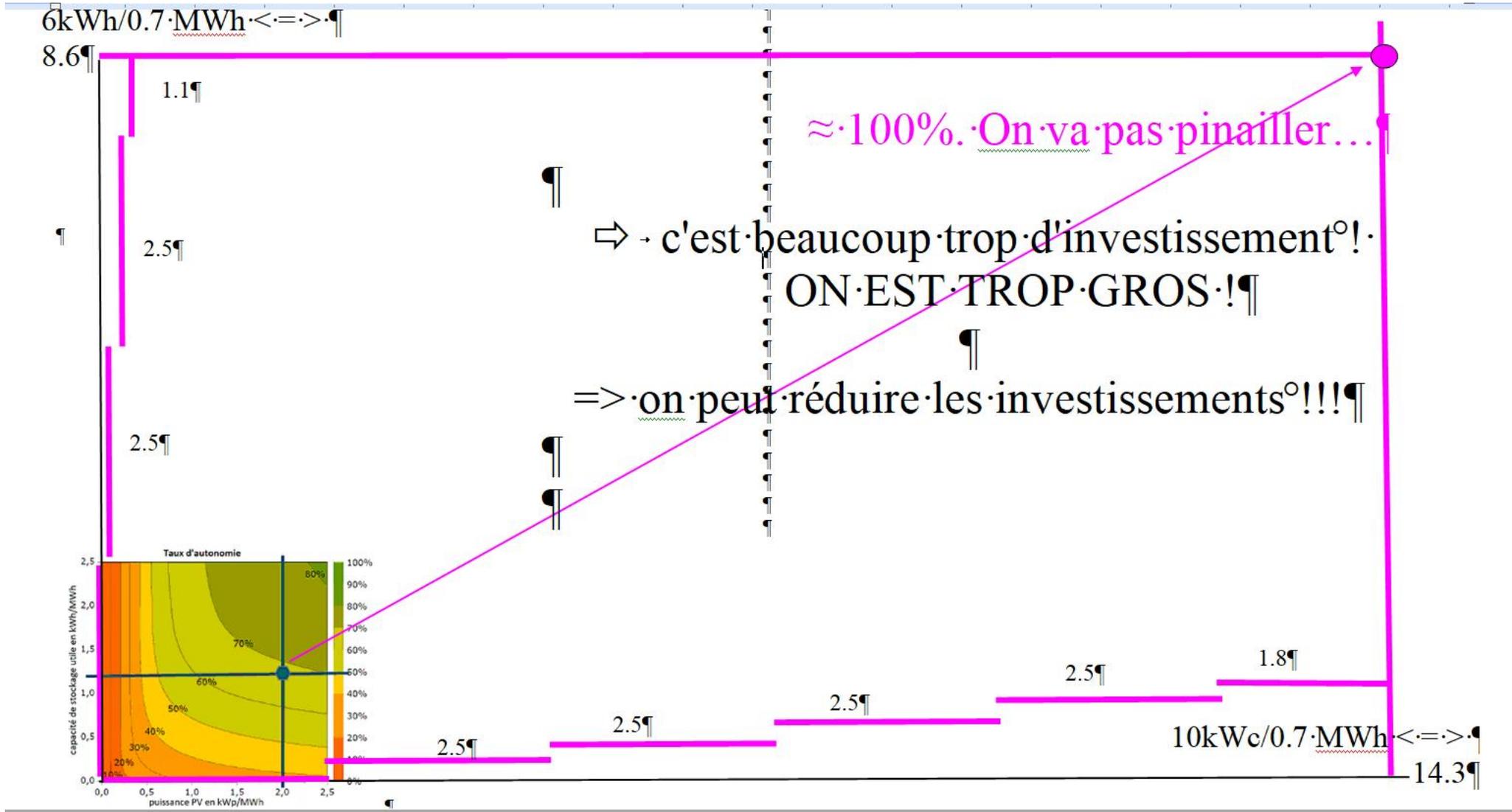
100'000 km sur 5 ans => 20'000 km/an à 20 kWh/100 km => +4'000 kWh/an => **total 14'000 kWh/an**
 => Puissance kWp/MWh = 10/14 = 0.71, kWh/MWh = 6/14 = 0.43



Pour obtenir la même chose qu'avant il faut

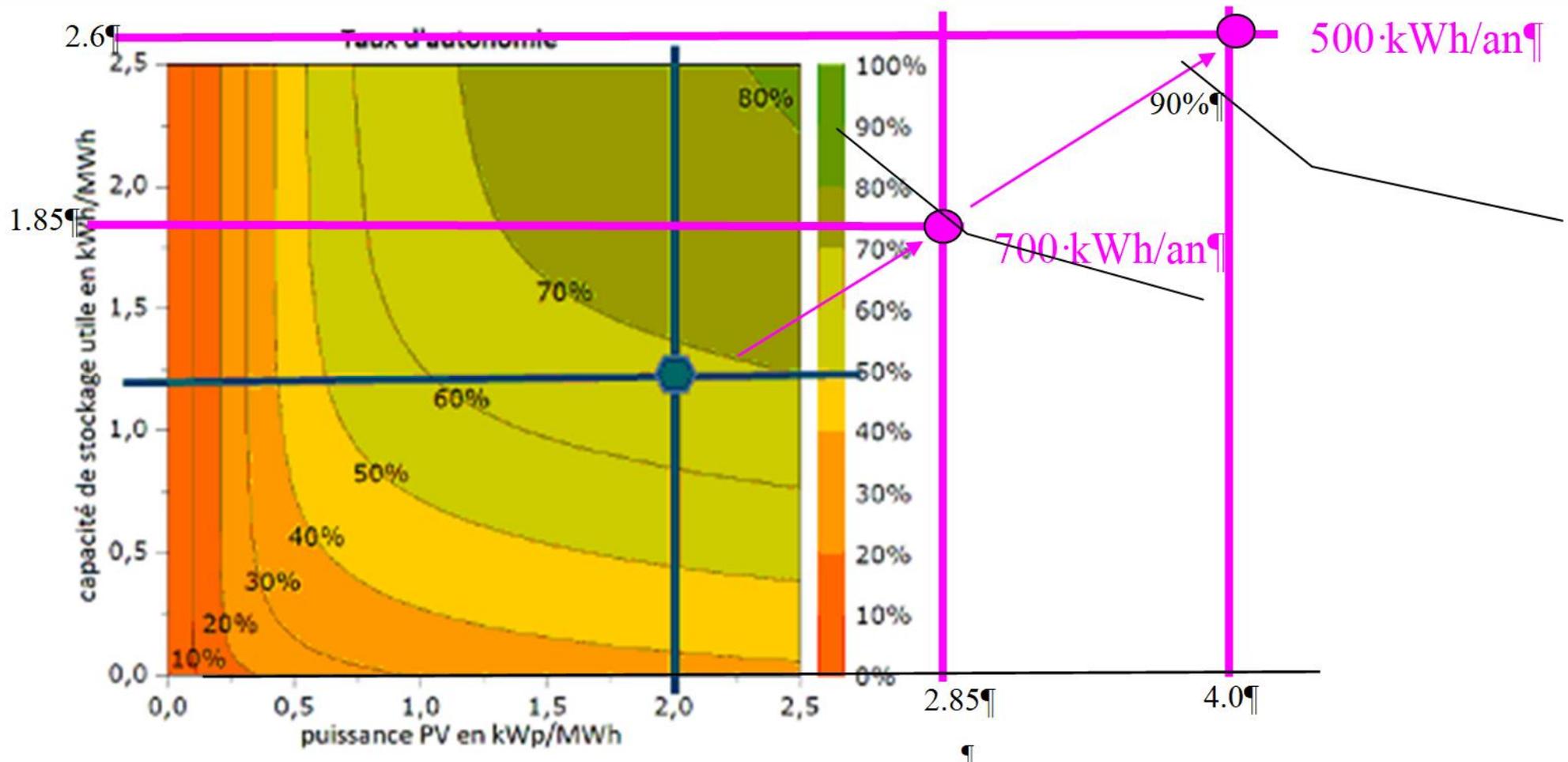
- 28 kWp = 140 m² de PV
- 17.5 kWh de batterie
- Soit
- + 180% de m² de PV
- + 191 % de capacité batterie

Autonomies vs besoins de 700 kWh/an



Alors **REDUISIONS** : autonomie vs besoins en **low-tech** –700 / 500 kWh/an

2 kWc car sinon pas de subventions ! = $\sim 12\text{m}^2$ de PV \Leftrightarrow kWc/MWh = $2/0.7 = 2.85$ ou $2/0.5 = 4$
 $2 \cdot 270\text{Ah}$ sous 12V épuisée de 20% = $2 \cdot 270 \cdot 12 \cdot 0.2 = 1.3 \text{ kWh}$ \Leftrightarrow kWh/MWh = $1.3/0.7 = 1.85$ ou $1.3/0.5 = 2.6$



3ème partie : que fait-on avec le solaire thermique ?

Autrefois

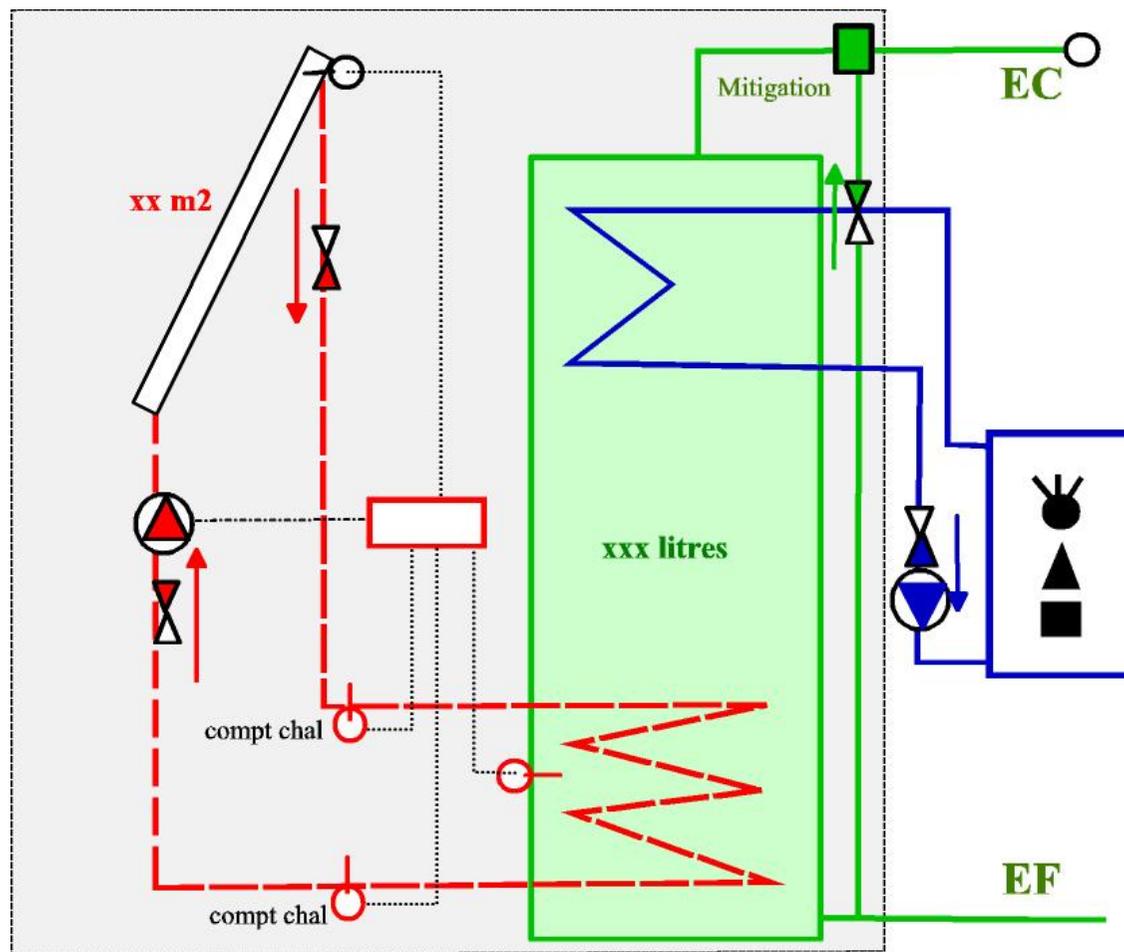
Seulement l'eau chaude sanitaire

A présent, depuis bien longtemps : **tout**

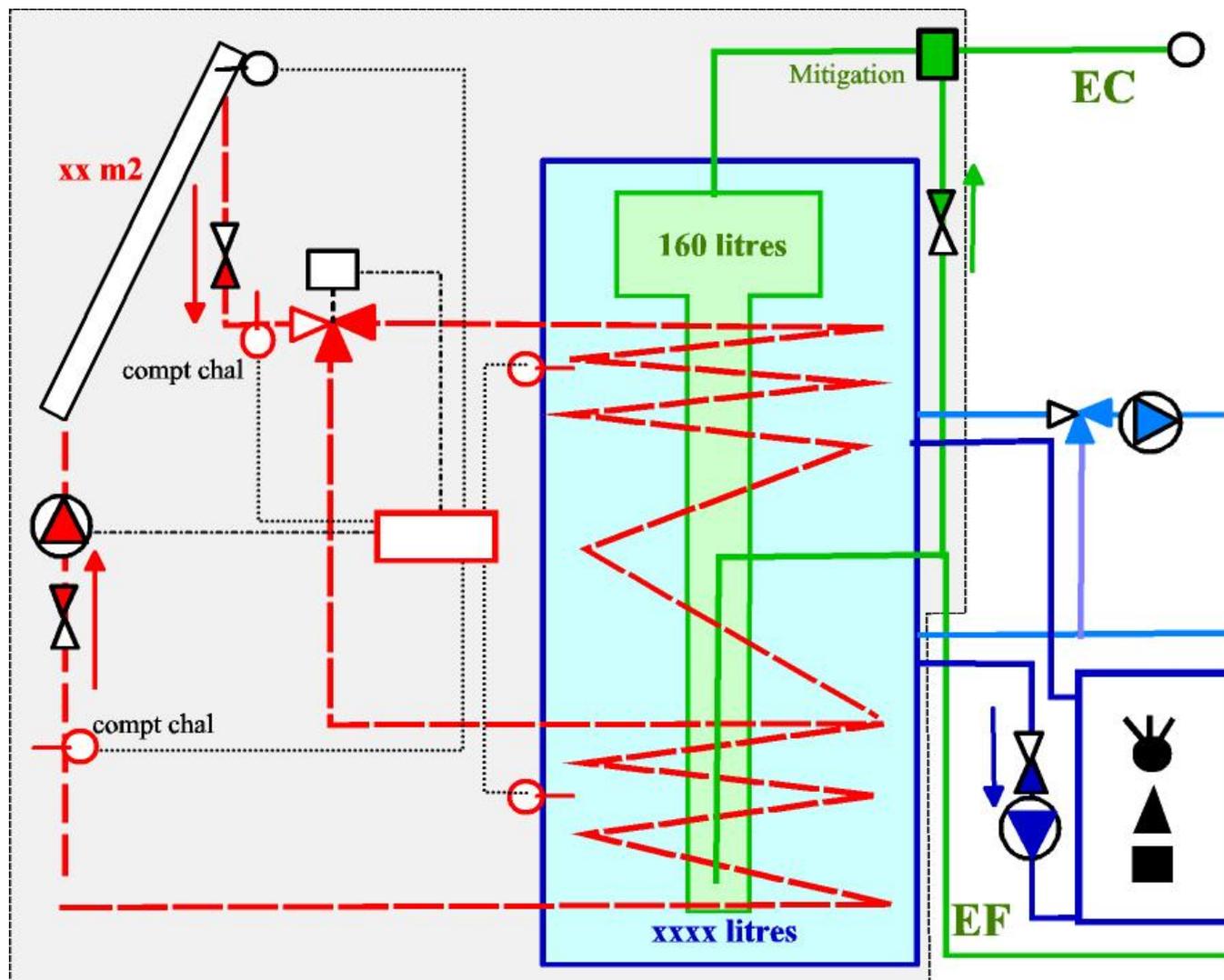
Soit l'eau chaude sanitaire **et le chauffage**

Solaire thermique : désolé le Conseil d'Etat du canton de Fribourg, mais il faut vous mettre à niveau.

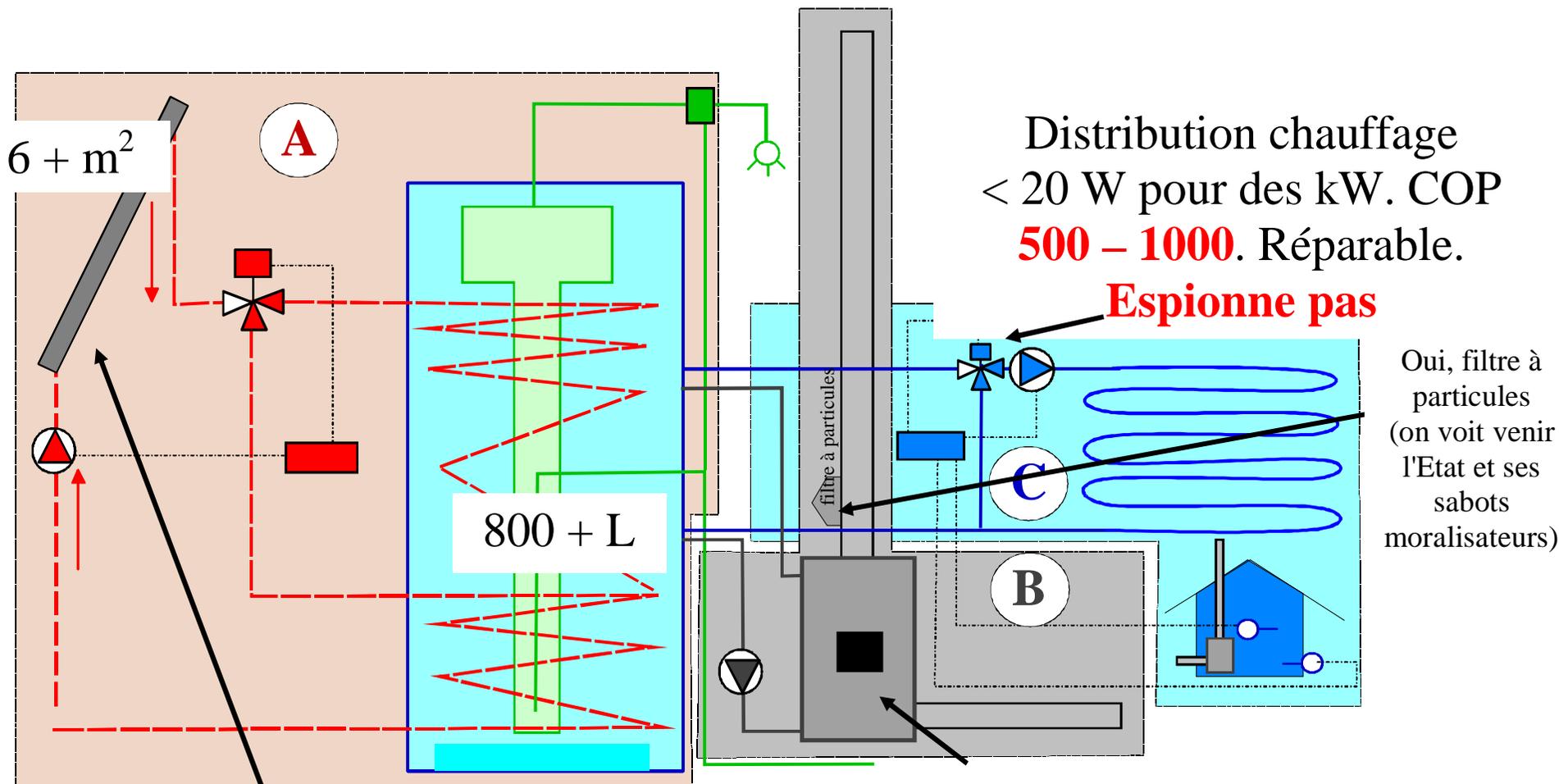
Cela ("un petit peu d'ECS") **on ne le fait (quasi) plus depuis longtemps**



Ce qu'on fait en standard depuis 20 ans c'est ça



Plus de détail sur le standard



Solaire thermique. < 40 W

Compréhensible. COPa **100 à 500**.

Réparable pendant des siècles. **Espionne pas.**

Distribution chauffage
< 20 W pour des kW. COP
500 – 1000. Réparable.

Espionne pas

Oui, filtre à
particules
(on voit venir
l'Etat et ses
sabots
moralisateurs)

Poêle hydraulique 8+ kW. < 30 W
pour 18 kW – 15 dans l'eau, 3 dans la
pièce, rendement 86%, COP **400-800**.
Increvable. Réparable. **Espionne pas.**

Cas de figure : 4 habitants dans un habitat moyen de Bulle, 60m^2 par personne $\Rightarrow 240\text{m}^2$

Consommation, par an, en stère équivalent feuillu

- 24 stères avant isolation (CECB F-G) = 48'000 kWh (presque 5000L de mazout)
- 7 stères après isolation (CECB B) = 14'000 kWh \Rightarrow (5 stères chauffage/2 stères ECS)
- Solaire thermique 24m^2 , Production solaire : 10'000 kWh (avec éco arrêts chaudière)
- Reste bois : 4'000 kWh \Rightarrow 2 stères \Rightarrow par personne 0.5 stère
- Pas de combustion de bois pendant 9 mois/ an.
- Consommation électrique $\sim 36\text{ kWh/ an}$ (2 ampoules de 12 W, 4h par jour)

Autres mesures ?

1. Economies d'eau chaude sanitaire – 50% \Rightarrow moins 0.5 à 1 stère après solaire \Rightarrow reste 1-1.5 stère \Rightarrow 0.25 à 0.4 stère/ personne an \Rightarrow **soutenable au niveau Suisse**
2. Moins de surface chauffée p. ex. 40m^2 / personne \Rightarrow moins 1 à 1.5 stères après solaire \Rightarrow reste 0.5 à 1 stère \Rightarrow 0.12 à 0.25 stères/personne an \Rightarrow **soutenable à Bulle**

1+2 ? EVIDEMMENT que c'est une bonne idée !!!

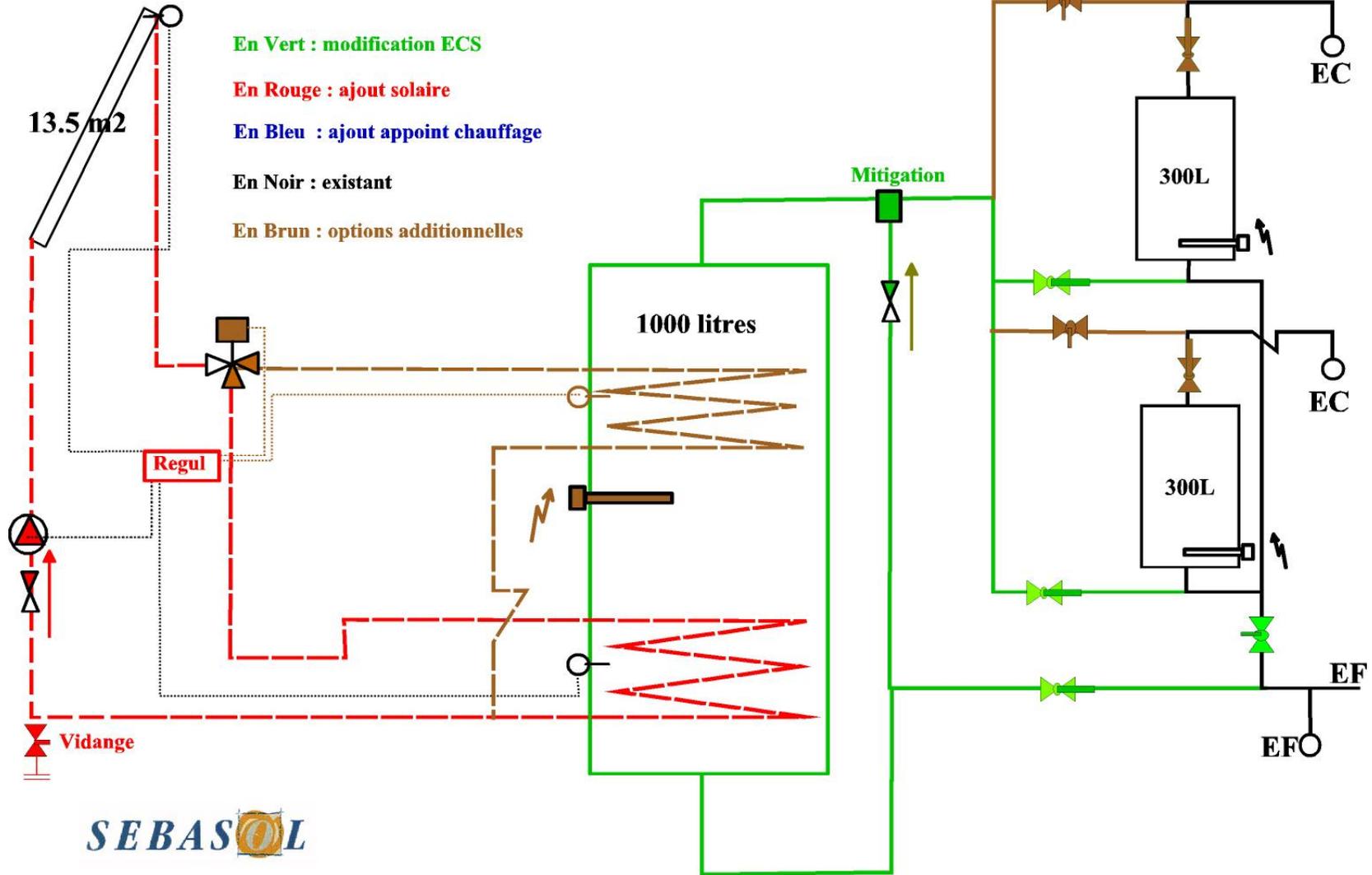


4ème partie : que peut-on faire de standard ?

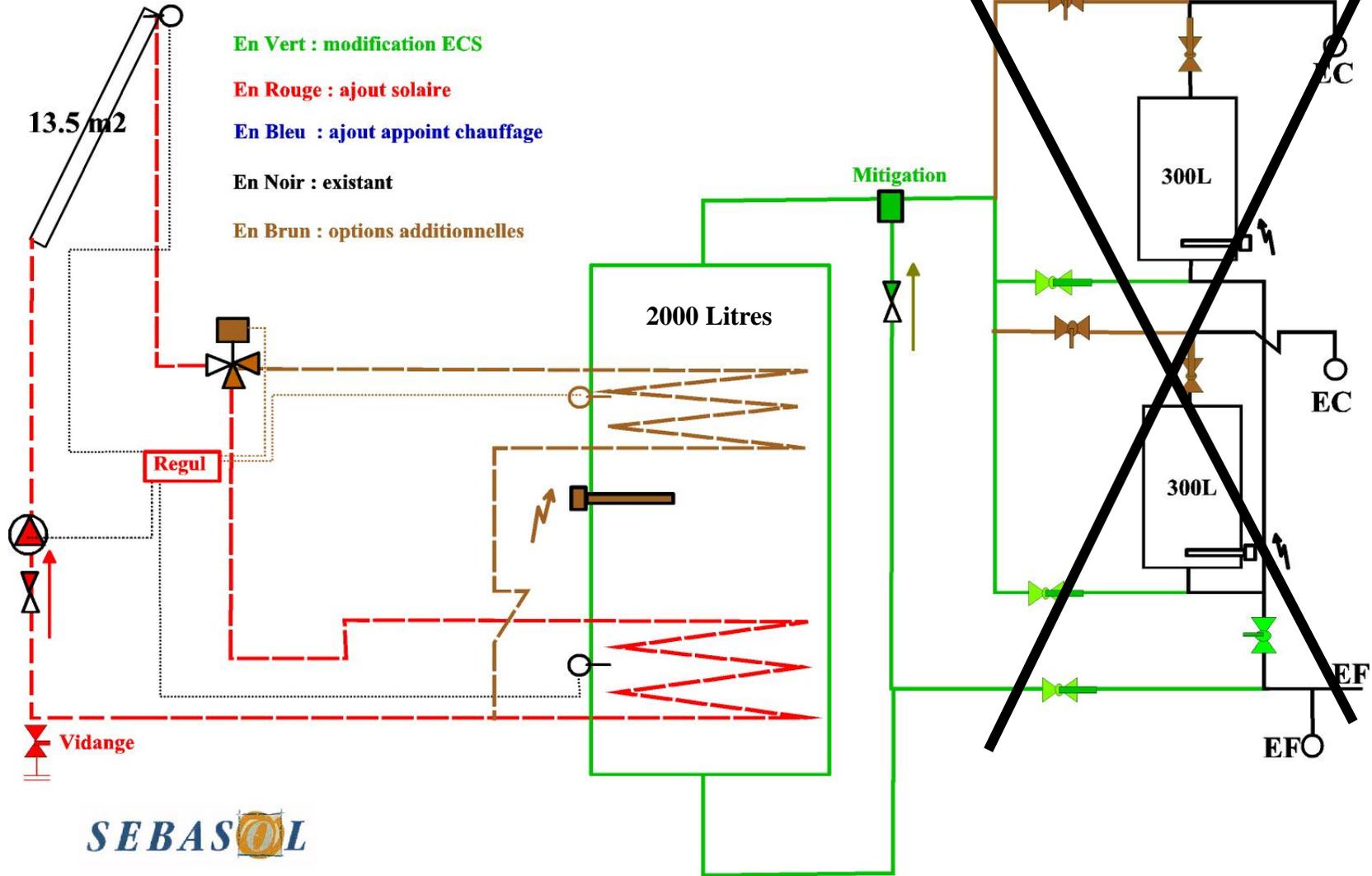
Favre, Pont, 13.5m² ECS, autoconstruction, rénovation, 2007



Configuration initiale 2015



Modification 2015



- En Vert : modification ECS**
- En Rouge : ajout solaire**
- En Bleu : ajout appoint chauffage**
- En Noir : existant**
- En Brun : options additionnelles**

© P. Cretton, Sebasol Vaud 11/2006
021 / 311 37 42, pcretton@vtx.ch

Coûts / Retour réels après facturation de tout (yc génie civil, ferblanterie)

		Installation Favre Nicolas Mise en service	Capteur plan-vitré Type: SPF C1547 2007 Solar Keymark	  011-7S2521 F	
Technique		Economie, TTC	Ecologie/Origine		
Réalisation	Autoconstruction	Prix brut	9'680.-	Absorbeur	Lausanne
Type de projet	Rénovation	Subv. Directes	3'430.-	Capteur	Pont
Type installation	ECS	Subv. Indirectes	~ 1'300.-	Accumulateur	Walzenhausen
Surface	13.5 m ²	Moins-values	3'000.-	Ferblanterie	Pont
Stockage	2000 L / 105 kWh de stockage	Repar. -> 2024	+1'500.- en 2015	Support	-
P électrique	60 W (vieux UPS 25-60 vitesse 2)	Prix net	~ 3'450.-	Circuit	Europe
Conso. électrique	~ 120 kWh/an (avec refroid noct)	-> Economie (Fr/an)	~ 1'580.-	Régulation	Grisons
Epargne (électr)	~ 6'750 kWh/an 2007-2014 ~ 8'000 kWh/an 2015-2024	Retour	2 ans	Antigel	Europe
COP annuel	~ 55 (vieux circul D, neuf A : 170)	Payée (2024) ?	9 x		

Sebasol m'a rendu 3'800.- à la fin

Berberat 1, Les Breuleux, 22.5m², autoconstruction, rénovation, 2015



- ??? m² chauffés, ~ 24'000 kWh de conso ECS et chauffage avant solaire sur base estimations 2015
- Consommation de bois restante 13'000 kWh/an (6.5 stères).
- Couverture des besoins grâce au ST (direct & indirect) : $(24'000-13'000)/24'000 = \sim 45 \%$
- Economie de combustible $24'000-13'000 = 11'000$ kWh/an (5.5 stères) P 35 W. COPa 165
- Economie financière à 150.- TTC la stère livrée coupée en 33 sur 2015-2021 : 825.- /an
- Coût installation 7'725.- TTC. Subventions 3'500.- Remise d'impôt 1'200.- Moins-values 0.- (accu existant et connecté). Coût net ~ 3'000.- Retour ~ 3.5 ans
- Charges chauffage et ECS 2024 : $6.5*200.-+150.-$ (ramonage) / 12 = ~ 120.-/mois

Berberat 2, Les Breuleux, 36m², autoconstruction, rénovation, 2023



- ??? m² chauffés (grande ferme), 14 stères = ~ 28'000 kWh de conso ECS et chauffage avant 2023
- Consommation de bois restante 7 stères = 14'000 kWh/an après solaire en 2023.
- Couverture des besoins grâce au ST (direct & indirect) : $(28'000-14'000)/ 28'000 = 50\%$
- Economie de combustible $28'000 - 14'000 = 14'000$ kWh/an (7 stères). P 29 W. COPa 235
- Economie financière à 200.- TTC la stère livrée coupée en 33 : 1'400.- /an
- **Coût installation 15'692.- TTC. Subventions 12'540.- Remise d'impôt 900.- Moins-values ~ 0.- (accu existant et connecté). Coût net ~ 2'300.- Retour ~ 1.6 ans**
- Charges chauffage et ECS 2024 : $7*200.-+150.-$ (ramonage) / 12 = ~ 130.-/mois

Droz 1, Peuchapatte, 18m², autoconstruction, rénovation, 2017



- xxx m² chauffés (3 personnes), 40'000 kWh de conso ECS et chauffage avant (20 stères) et électricité directe tarif jour pour 120 jours d'été 8 kWh/jour = 120*8 = 960 kWh + 80 jours d'entre-saison à 4 kWh/jour = 80*4 = 320 kWh => + 1'280 kWh arrondis à 1'300. Total ~ 41'300 kWh/an
- Consommation restante de bois 24'000 kWh/an (12 stères), d'électricité 0 kWh
- Couverture des besoins grâce au ST (direct & indirect) : $(41'300 - 24'000) / 41'300 = \sim 42\%$
- Economie de combustible 41'300 - 24'000 = 17'300 kWh/an. P 18 W. COPa ~ 500
- Economie financière à 150.- TTC la stère livrée coupée en 33 : $(20 - 12) * 200 = 1'200.- /an$ + électricité à 20 cts le kWh : $1'300 * 0.2 = 260.- /an$ => total 1'460.-/an, sur période 2017-2021 (coûts plus actuels en 2024 !)
- Coût installation 8'415.- TTC. Subventions 5'970.- Remise d'impôt 700.- Moins-values 0.- (accu existant **et connecté**). Coût net ~ 1'700.- Retour ~ 1.2 ans
- Charges chauffage et ECS 2024 : $12 * 200.- + 150.-$ (ramonage) / 12 = ~ 215.-/mois

Droz 2, Le Noirmont, 22.5m², autoconstruction, rénovation, 2020

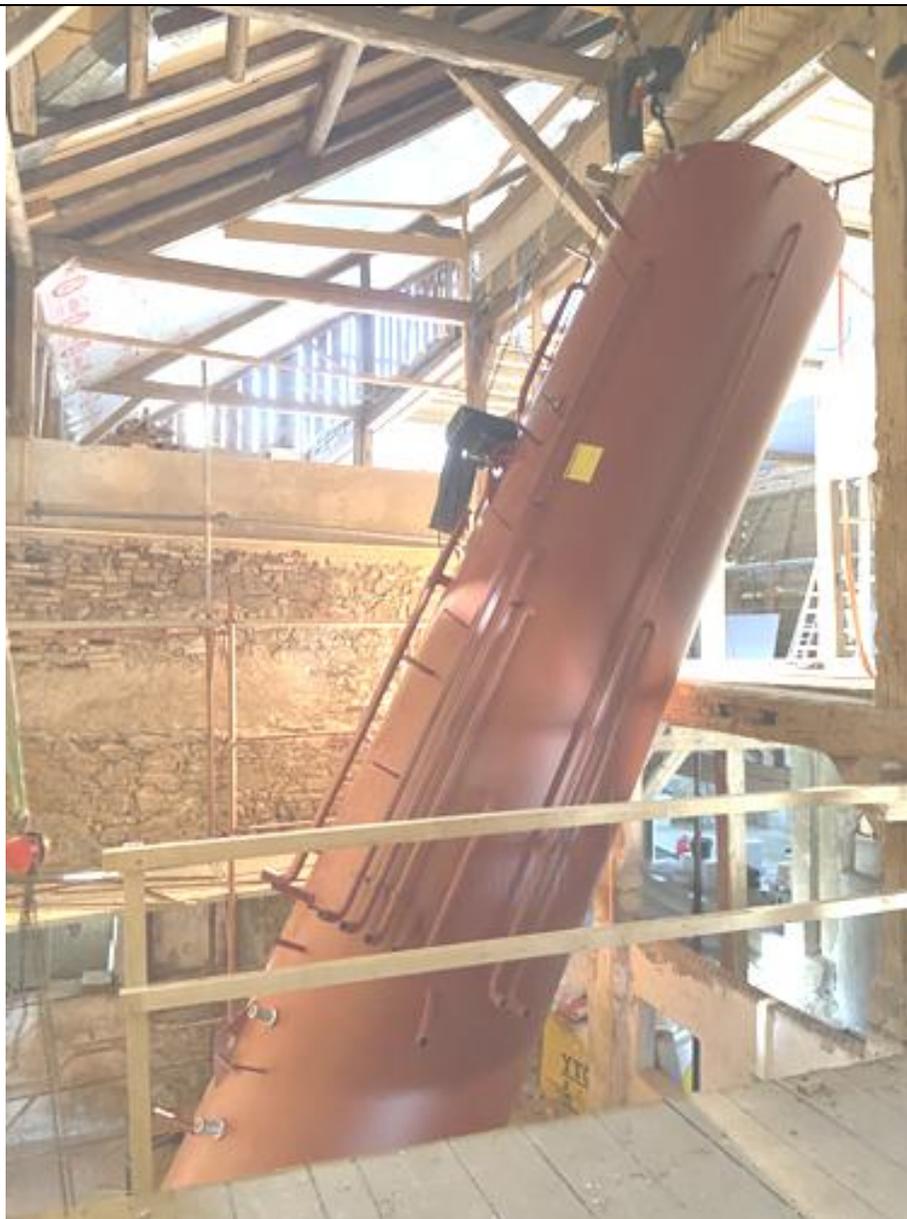


- xxx m² chauffés (grande ferme, 5 personnes, traite pour 40 UGB), 48'000 kWh de conso ECS et chauffage avant (24 stères) et électricité directe tarif jour pour 120 jours d'été à 9.-/jour = $120 \cdot 9 / 0.2 = 5'400$ kWh + 80 jours d'entre-saison à 4.-/jour = $80 \cdot 4 / 0.2 = 1'600$ kWh => + 7'000 kWh. Total ~ 55'000 kWh
- Consommation restante de bois 28'000 kWh/an (14 stères), d'électricité sur ces postes 0 kWh
- Couverture des besoins grâce au ST (direct & indirect) : $(55'000 - 28'000) / 55'000 = \sim 50\%$
- **Economie de combustible 55'000-28'000 = 27'000 kWh/an. P 20 W. COPa ~ 700**
- Economie financière à 150.- TTC la stère livrée coupée en 33 : $(24 - 14) \cdot 150 = 1'500.-$ /an + électricité à 20 cts le kWh : $7'000 \cdot 0.2 = 1'400.-$ /an => total 2'900.- /an (coûts plus actuels en 2024 !)
- Coût installation 9'443.55.- TTC. Subventions 7160.- Remise d'impôt 700.- Moins-values 0.- (accu existant et connecté). Coût net ~ 1'500.- Retour ~ 6 mois
- Charges chauffage et ECS 2024 : $14 \cdot 200.- + 150.-$ (ramonage) / 12 = ~ 245.- /mois

5ème partie : que peut-on faire de plus ?

Chauvy - 72m² nets – Treytorrens – En cours





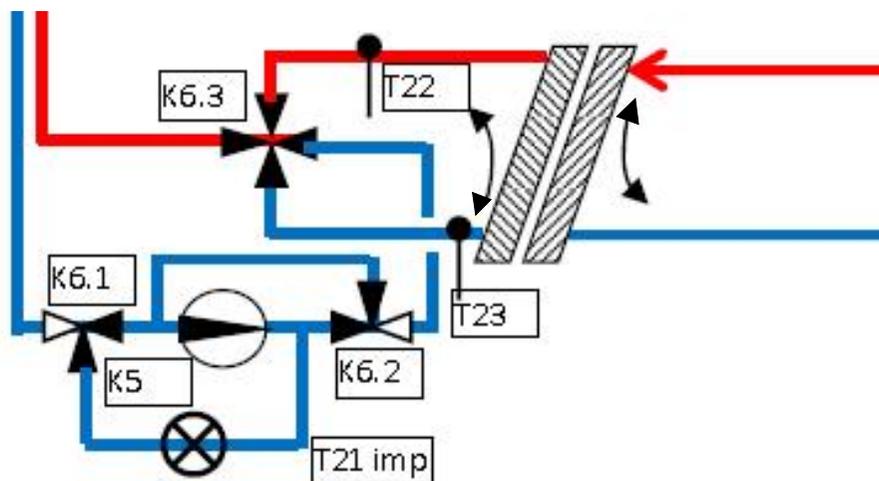
Accumulateur / batterie de 10'340L
=> ~ 720 kWh de stockage à 60°K utiles

~ 15'000.- TTC avec isol monté d'usine
=> coût du stockage ~ 20.-/kWh

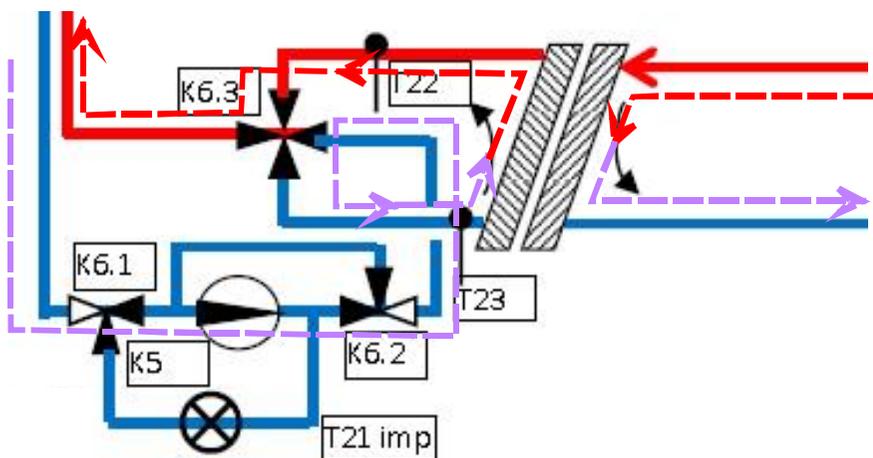
Durée de vie ~ 100 ans
=> coût du stockage ~ 20cts/kWh pour 1
charge/décharge par an

Nombre de charges décharges avant
dégradation du medium de stockage : ∞

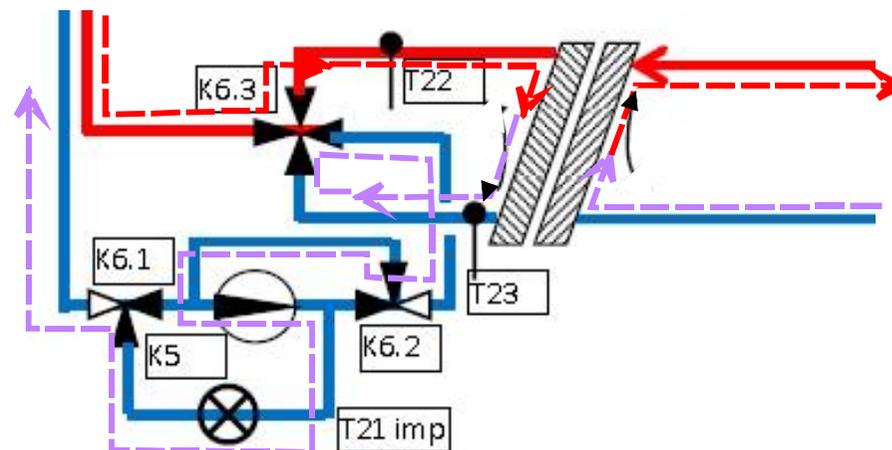
Impact écologique du medium de
stockage : nul



Le CaD fournit



On fournit au CaD



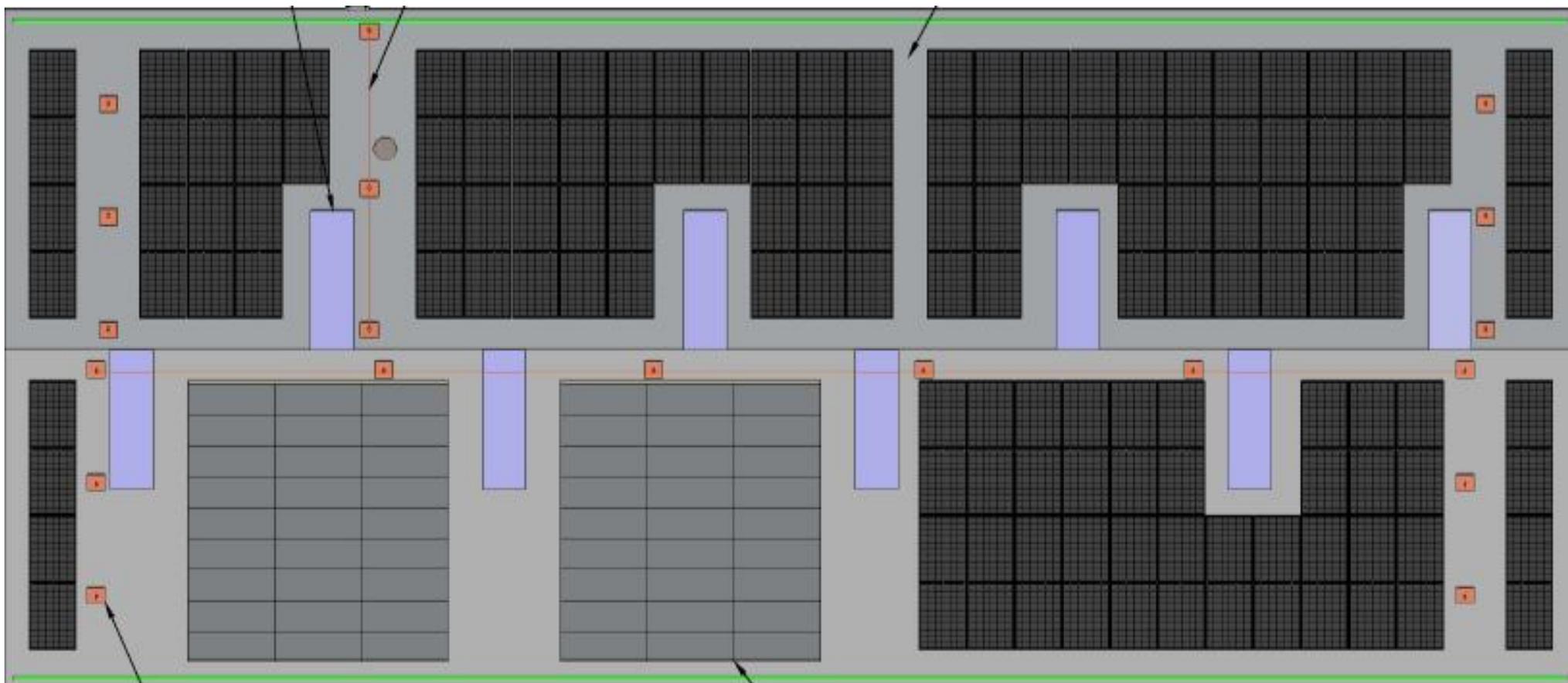
Van Singer – 54 m² nets – Palézieux – Production fromage à finir
ECS & chauffage bâtiment – Production fromage



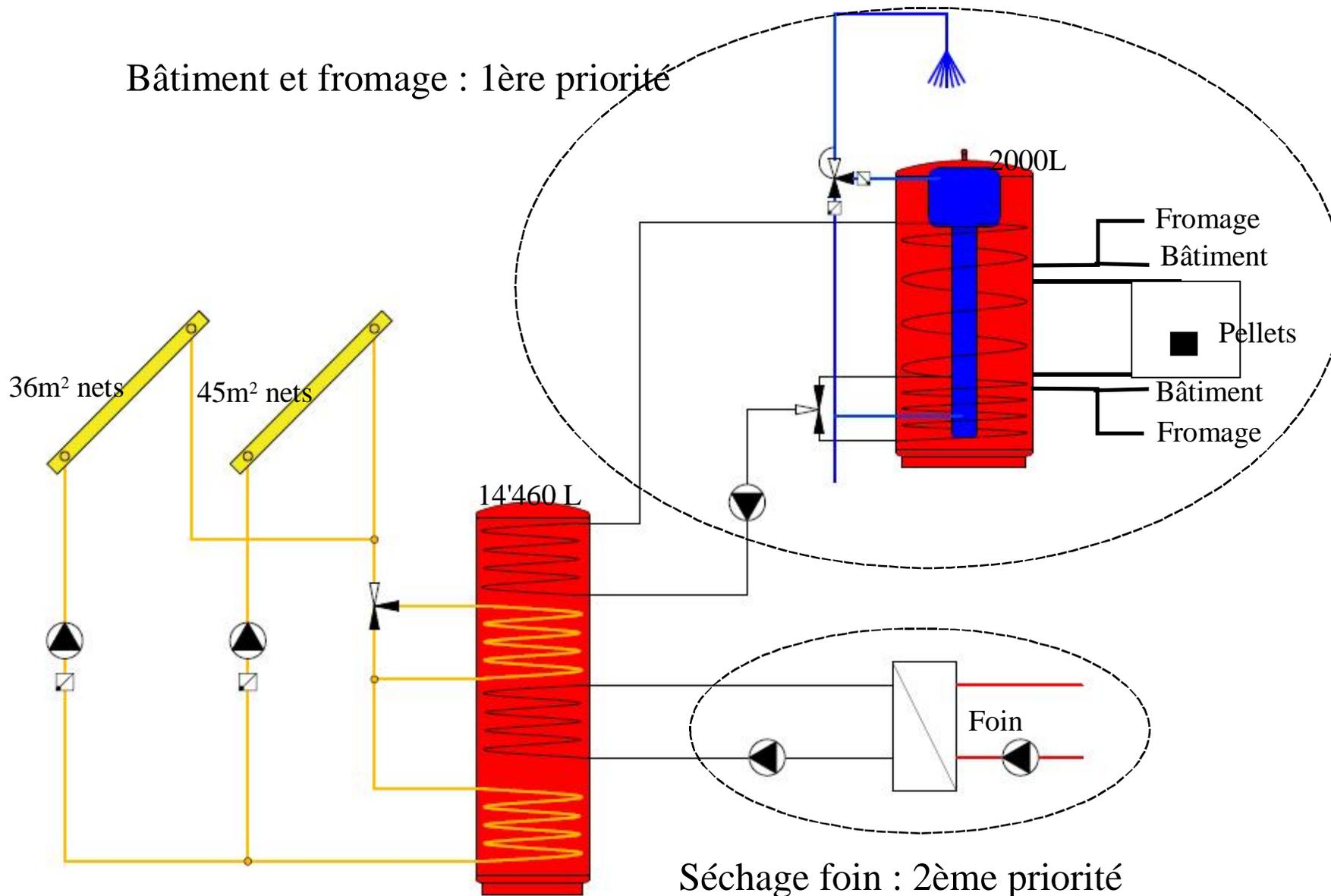
ECS et chauffage terminés,
Coût ST ~ 70'000.-, subventions VD 33'620.-,
impôts -30%, moins-value 10'000.-
Net ~ 15'000.-, retour à 20cts/kWh 4 à 5 ans
Stockage 9'080L / ~ 630 kWh

Extension vers production fromage en cours
Coût estimé ~ +2'000.-
Extra production +8'000 kWh/an,
retour à 20cts/kWh 1 an

Berclaz – 81 m² nets – Randogne – En cours
ECS & chauffage bâtiment – Production fromage – Séchage foin



Bâtiment et fromage : 1ère priorité



Production fromage

600L/jour à 40°C => 30 kWh/jour. Production journalière ST un beau jour ~ 350 kWh => 10x le nécessaire => OK. Conso actuelle pour le fromage 40'000 kWh/an pellet => couverture ST 80% => 32'000 kWh/an => 400 kWh/an au m² de capteur. Economie pellet à 400.-/tonne => ~2'500.-/an

Séchage foin

45'000 kWh/an électricité pour le foin (ventilo 45 kW) <=> de mai à septembre. Par expérience si l'air est préchauffé de 10 à 15°C => ventilo tourne 2x moins => couverture 50% => 20'000 kWh/an => 250 kWh/an au m² de capteur. Economie électricité à 20 cts/kWh => ~4'000.-/an

ECS & chauffage bâtiment

Complément à 800 kWh/an au m² de capteur => 150 kWh/an au m² de capteur => 12'000 kWh => Economie pellet à 400.-/tonne => ~1'000.-/an

Total. Production 800 kWh/m² an. Economie 2'500+4'000+1'000 = 7'500.-/an

Coût ST bâtiment + adaptation fromage + adaptations foin ~132'000.-,
subventions VS ?? ~29'000.-, impôts -30%,
moins-value 0.- (configuration existantes)

Net ~ 72'000.-, économie 7'500/an => retour 10 ans
Stockage 14'460L+2'000L / ~ 1'150 kWh

Areyna d'Avau – 105 m² nets – Vuisternens-en-Ogoz
ECS&chauffage 3 appartements + 1 restaurant + 1 salle de spectacle

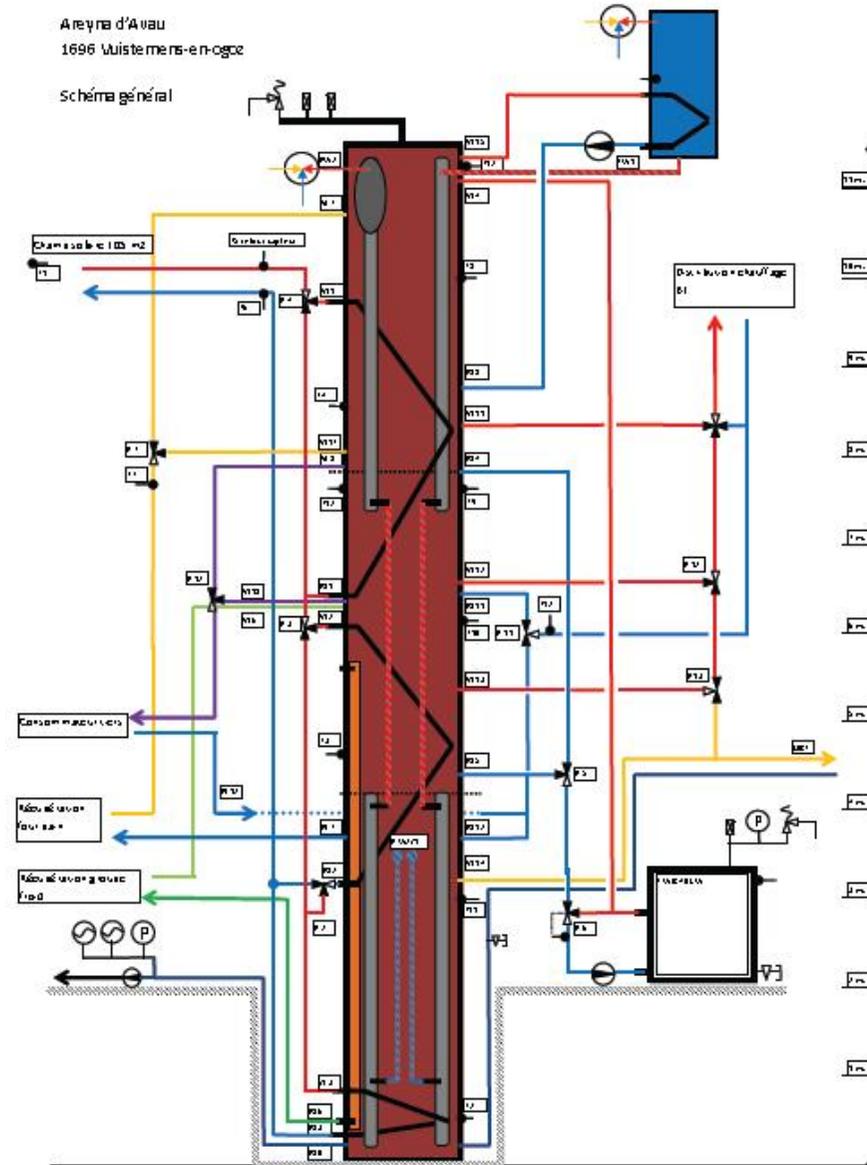
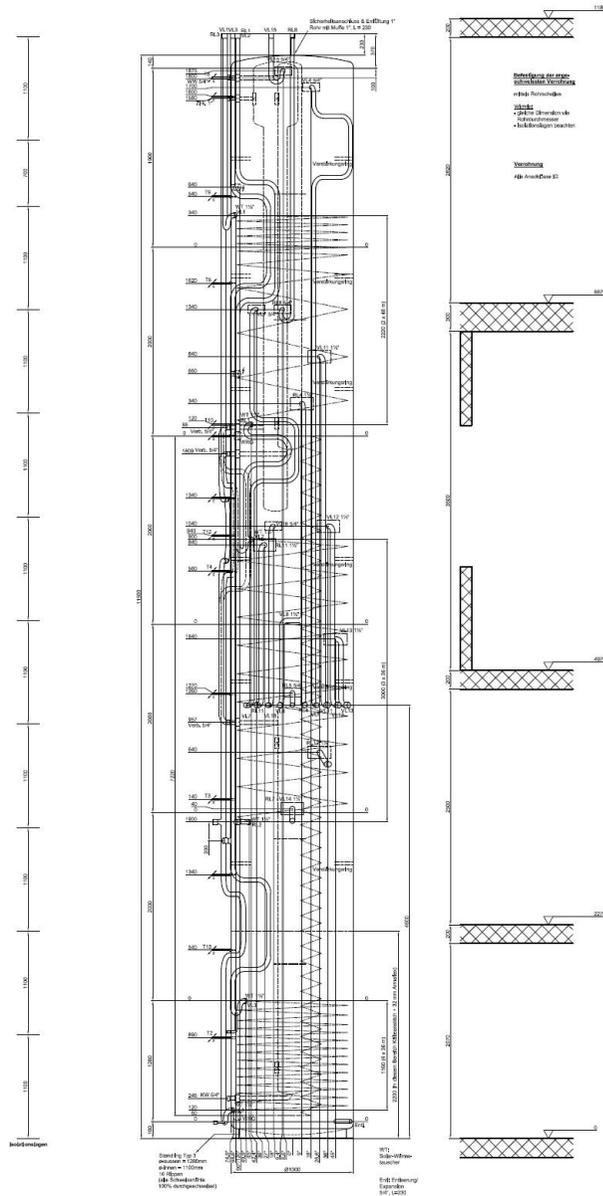


Production mesurée 2023 : ~ 63'000 kWh/an (600 kWh/an par m² de capteur)

À futur

Chauffage écurie petit bétail (5-10 brebis)

ECS estival en micro-CaD pour locatifs adjacents ou séchage bois



Coût ST ~ 142'000.-, subventions FR 29'000.-, impôts -30%, moins-value 20'000.-
Net ~ 60'000.-, retour à 1.3L mazout 7 ans
Stockage 16'100L / ~ 1'125 kWh

Merci de votre attention



« La Décroissance », mai
2019.

Cette conférence sera sur la revue de presse de Sebasol www.sebasol.info/presse.asp