

Description d'une installation solaire artisanale construite en 1983

Les panneaux solaires thermiques construits et posés à Neuchâtel en 1983 fonctionnent toujours à satisfaction même si l'heure est venue de changer la citerne et la couverture des panneaux. Les performances ont apparemment un peu fléchi au fil du temps avec des températures maximum de 90° centigrades en 1983 et de 75° actuellement.

Mon intérêt pour les énergies renouvelables, les rumeurs de réchauffement climatique courant déjà dans les années 80 et mon amitié pour Maurice Lack, un pionnier en la matière, m'ont incité à concevoir et réaliser cette installation thermique.

Le sine qua non était de connaître des rudiments de thermodynamique gouvernant la transformation de lumière en chaleur et de rhéologie, de construire les abaques d'absorption énergétique en fonction de l'orientation et de l'azimut des panneaux et du revêtement de ceux-ci, d'examiner l'effet de serre et les conditions de circulation de l'eau en thermosiphon ou sous l'action d'un circulateur, les propriétés des tubes et les calibres utiles, la régulation, le dimensionnement des panneaux et du stock etc.

Le choix de l'emplacement s'est porté sur un talus improductif orienté sud-Sud-Ouest et incliné à 45°. La demande du permis de construction a d'abord été jugée superflue par l'autorité communale « qui venait de recevoir du canton des recommandations favorables à ce type d'installation », qui s'est ravisée par la suite mais qui s'est contentée de vues d'artistes sur papier millimétré en guise de plan. L'acceptation était subordonnée au fait de ne pas utiliser de verre en couverture (à cause de l'éblouissement possible), et un contrôleur est passé après la fin des travaux, à vrai dire plutôt poussé par la curiosité parce qu'il projetait lui-même d'installer des panneaux solaires.

Un gros travail a été d'installer six points d'ancrage pour le cadre des panneaux, de remodeler le bord supérieur du talus et de creuser une tranchée allant jusqu'à la paroi de la cave (paroi épaisses de 40 cm de béton maigre) à 9 mètres du départ, tranchée accueillant le tube de PVC recevant les tubes de circulation en cuivre de 22 mm, leur isolant et le fil du capteur thermique. Le cadre des panneaux (4m de long et 3m de hauteur) a été construit en carrelets de bois de 10/12 centimètres emboîtés par tenons et mortaises et ménageant trois compartiments garnis de 10 cm de laine de verre recouverte d'un réflecteur en aluminium. Le fond du cadre a été « blindé » par des tôles récupérées chez un ferrailleur et les côtés armés de tôles zinguées.

Sur ces compartiments, sont calés trois radiateurs plats en acier type Runtal de 3,8 x 0,91 m, donc 10 m², montés en série. Les radiateurs sont recouverts d'une bande autocollante d'un absorbeur ultra mince au nickel, sélectif, avec une absorption d'énergie solaire de 0.95–0.99 et une émission d'infrarouge de 0.08–0.11 (MAXORB™ Inco Alloys international). La couverture du tout a été faite initialement par de grands panneaux rectangulaires en aluminium comportant trois–quatre couches de matières synthétique transparentes avec à l'extérieur une couche de tergal (?), récupérés chez un ami. Disposées horizontalement en raison de leur dimension, ils n'ont pas été suffisamment étanches et ils ont été remplacés par une couverture de polycarbonate de 10 mm d'épaisseur en 1996 –celle qui est maintenant abîmée par la grêle et jaunie sous l'action des ultraviolets.

L'eau contenant l'antigel circule des panneaux solaires à l'échangeur de chaleur de la citerne grâce à un circulateur réglable manuellement, lui même mis en route par un thermostat différentiel comparant la température des panneaux et celle de la citerne.

Une citerne de récupération de 1 m³ a été installée dans la cave à légumes, dont l'eau est chauffée par un échangeur spiralé en cuivre muni d'une collerette pour augmentation de surface des échanges et fixé dans la trappe de visite de la citerne. La citerne qui contient l'eau sanitaire a subi un traitement anticorrosion de lait de ciment. L'apport d'eau se fait par le bas, avec un réflecteur–brise jet pour améliorer la stratification thermique et l'eau chauffée s'en va par le haut et se distribue au lave-linge dans la buanderie adjacente, au lave-vaisselle dans la cuisine sus-jacente et à deux boilers électriques existant depuis la construction de la maison, alimentant l'un la cuisine et l'autre les deux salles de bains. Ces boilers reçoivent l'eau (pré)chauffée de la citerne (par exemple à 16 °C en hiver au lieu des 8 °C du réseau ou à 70°C en été) et la portent à une température de 55° centigrades si nécessaire par leur corps de chauffe alimenté par le courant électrique nocturne.

Les gags ici ont été une perte d'eau considérable par la vanne de surpression sécurisant la citerne, résultant d'une dysfonction du réducteur de pression chargée de ramener à trois bars la pression de six bars du réseau. Un autre gag a été la connexion aberrante du courant force alimentant la pompe à circulation, et le dernier un début d'incendie lié au laitier des soudures autogènes s'écoulant sur le bois.

Les factures retrouvées permettent de connaître approximativement le prix de la construction des panneaux qui sont revenus à environ 1000 Fr. le mètre carré, c'est-à-dire, compte tenu de la dépréciation de la monnaie, à 1600 Fr de 2020. Il n'est pas tenu compte de l'énergie grise (faible pour le matériel de récupération) ni de l'investissement personnel.

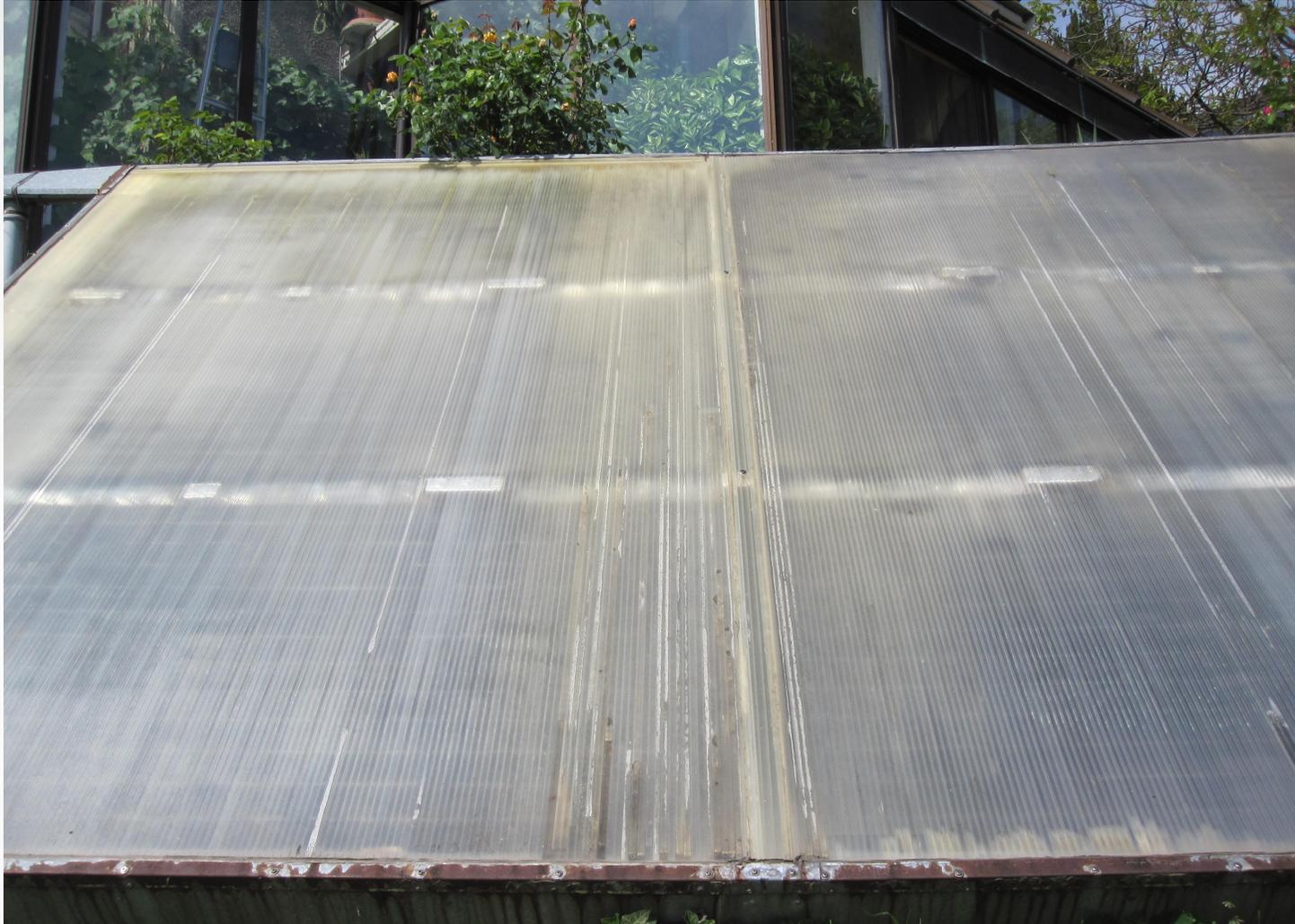
PRIX D'UNE INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE ARTISANALE	
Remodelage du terrain, ancrage des panneaux	350
Carrelets du cadre et des entretoises des panneaux	250
Isolation des panneaux et des tubes	500
Radiateurs-capteurs 3 X (3.8 X 0.91m) = 10 m ²	1500
Couverture sélective des radiateurs	560
Tubes de cuivre et PVC	1000
Tôles et citerne de récupération	200
Couverture des panneaux initialement (ultérieurement 500.-)	0
Installateurs sanitaire et chauffagiste	5400
Diverses fournitures (Serto, régulateur etc)	500
Total CHF	10260

Cet aménagement énergétique a exigé plus d'efforts personnels que d'investissement financier. Mais l'aspect économique n'est pas le plus important: l'intérêt pour l'environnement et donc pour la communauté l'est davantage, avec une diminution d'émission de CO₂ notable. Au surplus, s'intéresser voilà quarante ans aux lois physiques gouvernant la transformation et la conservation de l'énergie, rêver à des changements, les planifier et les réaliser a permis de passer du statut de spectateur et consommateur d'énergie fossile à un statut d'acteur et de producteur d'énergie renouvelable avec, en prime, un bénéfice communautaire. Et aussi de pallier aux pouvoirs publiques qui montrent une réticence énorme à s'engager sur la voie des énergies renouvelables.



Vue générale, depuis l'ouest, de la maison et des installations d'énergie renouvelable :

- panneaux PV en toiture orientés vers l'ouest-ouest-sud inclinés à 47° , de 3.5 kWcrête
- jardin d'hiver orienté plein sud, servant aussi de capteur à air chaud pulsé dans la maison, de 96 m³
- panneaux thermiques en talus, surface 10 m², orientation sud-sud-ouest, inclinaison 45°



Panneaux solaires artisanaux de 10 m^2 en talus, inclinés à 45° et orientés sud-sud-ouest, ancrés sur six plots en béton.

On distingue les trois radiateurs plats de $3.8 \times 0.91 \text{ m}$ revêtus d'un absorbeur sélectif

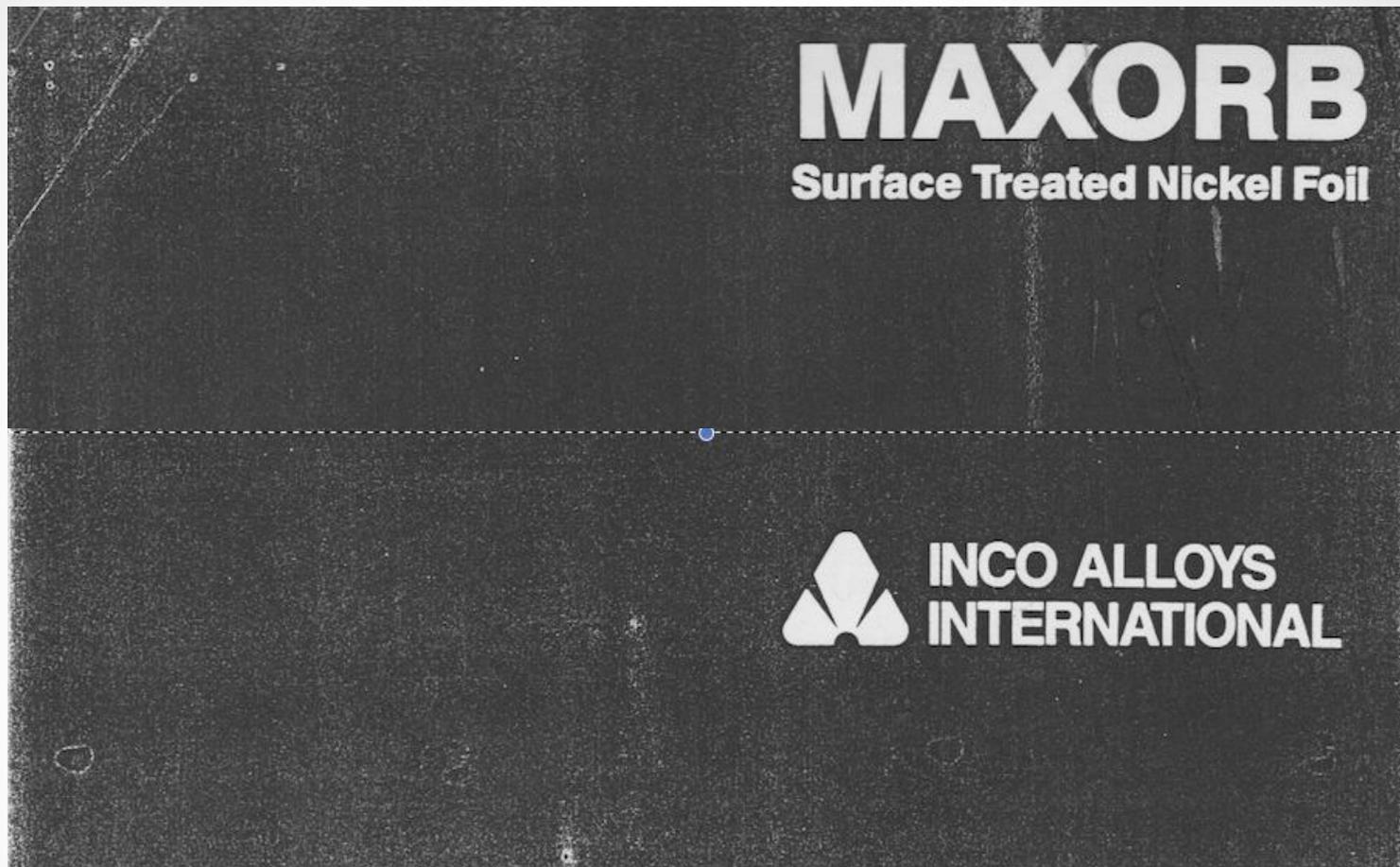
Les radiateurs sont montés en série.

On distingue en haut à G le départ de l'eau chaude qui s'enfonce dans le talus, chemine en souterrain, émerge sous la véranda et finit dans dans la citerne à la cave

Le revêtement en polycarbonate, de deuxième génération, porte des stigmates de vieillissement et d'une tempête de grêle



Arrivée de l'eau froide émergeant du talus avec la vanne de vidange



Absorbeur sélectif en bandes fines collées sur les radiateurs, sans décollement de fatigue après 37 ans

MAXORB® Surface Treated Nickel Foil

MAXORB is an ultra-thin nickel foil with a black surface originally developed for photothermal conversion of solar energy. The black surface is produced by a process which gives the foil an outstanding combination of high absorbance of solar energy, low emittance of infra-red radiation, and high resistance to humidity and thermal degradation. MAXORB foil is supplied as strip, either uncoated or coated with a pressure-sensitive adhesive which can be used at high temperatures. Coated coils of MAXORB foil are supplied with a release paper.

TYPICAL APPLICATIONS

- ★ Flat plate hot water solar collectors
- ★ Flat plate air solar collectors
- ★ Evacuated tube solar collectors
- ★ Passive solar systems, e.g. 'Trombe' walls
- ★ Surfaces requiring low emittance of infra-red radiation

PHYSICAL PROPERTIES

Tensile strength	600 MPa (87,000 psi)
Density	8.9 g/cm ³ (0.322 lb/in ³)
Thermal expansion	13 × 10 ⁻⁴ /°C (7.2 × 10 ⁻⁴ /°F)
Thermal conductivity	89.9 W/m °C (51.9 Btu/ft h °F)

THE BENEFITS OF 'MAXORB' FOIL

- ★ Low capital investment for solar collector manufacture. There is no need for a manufacturer to develop expertise in the production of large area, high quality selective surfaces.
- ★ Minimises collector plate handling with transport costs necessary when using other surface treatments.
- ★ Prices very competitive with alternative surface treatments.
- ★ High uniformity and consistent quality because MAXORB foil is made by a continuous process.
- ★ Optical properties showing high resistance to humidity and thermal degradation.
- ★ An overall improvement in performance (between 20 and 30% compared with black paint in domestic collector systems).
- ★ A major reduction in surface area for a given application. This offsets the higher cost of a selective surface compared with black paint.
- ★ MAXORB foil coated absorbers produce useful heat for a longer period each day, and at a higher temperature.

Selective Properties

SPECTRAL REFLECTANCE OF SELECTIVE COATING

Hemispherical reflectance as a function of wave length is shown in Fig. 1. The absorbance is calculated by integrating the curve from 350 to 2100 nm for an air mass 2 spectrum¹⁾. This results in a solar absorbance of 0.95-0.99 and infra-red emittance at 100°C (212°F) of 0.08-0.11.

PERFORMANCE OF SOLAR COLLECTORS USING 'MAXORB' FOIL

The effect of various design parameters on the performance of flat plate collectors has been determined in work carried out by the Solar Energy Unit of University College, Cardiff²⁾. Table 1 compares the performance of five designs of copper fin and tube type collectors and shows the savings available in reduction of collector area by using a selective surface.

A wide range of flat plate solar collectors has been made using MAXORB foil, including:

- Roll-bond aluminium absorbers with flat front surfaces
- Aluminium extruded fin and tube absorbers
- Copper fin and tube absorbers
- Pressed mild steel sheet absorbers

The improvement in efficiency obtainable is shown in Figs. 2-4. Collectors using MAXORB foil have been tested by many national test authorities including:

- ★ Solar Energy Unit, University College, Cardiff
- ★ Eidg. Institut für Reaktorforschung, Switzerland
- ★ Bundesversuchs und Forschungsanstalt, Austria
- ★ Teknologisk Institut, Denmark
- ★ Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, Spain
- ★ Statens Provningsanstalt, Sweden
- ★ National Bureau of Standards, Washington, U.S.A.

DURABILITY OF THE ABSORBING SURFACE

MAXORB foil has been subjected to a variety of tests to establish its resistance to degradation prevalent in flat plate collectors, under conditions considered to accelerate the degradation process.

Some of the tests were carried out by the National Bureau of Standards, Washington, as part of a programme the objective of which was to develop standards for evaluating solar absorber materials. Other tests were carried out at the Inco laboratories in Birmingham, England.

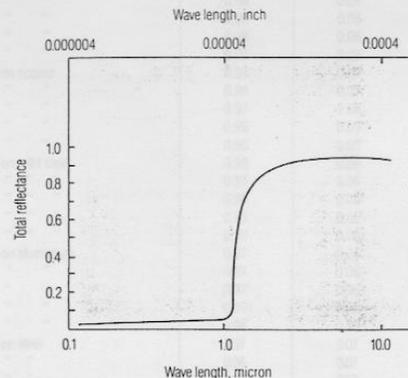


Figure 1 - Total reflectance curve for the MAXORB surface

Table 2 - Effect of air ageing on the optical properties of MAXORB foil

Time, days	Ageing temperature							
	150°C (302°F)		200°C (392°F)		250°C (482°F)		300°C (572°F)	
	x s	Eh _{100°C}	x s	Eh _{100°C}	x s	Eh _{100°C}	x s	Eh _{100°C}
0*	0.98	0.09	-	-	-	-	-	-
10	-	-	0.98	0.09	-	-	0.99	0.09
84*	-	-	0.98	0.10	0.98	0.08	-	-
98*	0.97	0.08	-	-	-	-	-	-
200	-	-	0.97	0.07	-	-	-	-
463	-	-	0.98	0.09	-	-	-	-
500	-	-	0.97	0.05	-	-	-	-

* National Bureau of Standards, Washington, U.S.A.

Table 3 - Effect of humidity on the optical properties of MAXORB foil

Test conditions	Time, days	Optical properties	
		x s	Eh _{100°C}
Cyclic MIL - STD - 810B	8	0.97	0.08
	35	0.96	0.08
	138	0.96	0.07
Steady state 92°C (198°F)/97% RH	0	0.98	0.09
	147*	0.98	0.09
40°C (104°F)/100% RH	42*	0.99	0.09
	84*	0.95	0.08

* National Bureau of Standards, Washington, U.S.A.

Table 4 - Outdoor stagnation tests

Test site	Time, years	Surface	Optical properties	
			x s	Eh
Washington	Control	MAXORB on aluminium	0.98	0.09
	0.69	" " "	0.98	0.09
	0.35	" " "	0.98	0.09
	0.34	" " "	0.98	0.08
	Control	" " "	0.98	0.06
	0.5	" " "	0.98	0.06
	1.0	" " "	0.96	0.06
	2.0	" " "	0.96	0.08
	5.0	" " "	0.95	0.06
	Control	MAXORB on copper	0.98	0.07
Portsmouth, U.K.	0.5	" " "	0.98	0.07
	1.0	" " "	0.97	0.06
	2.0	" " "	0.96	0.09
	5.0	" " "	0.96	0.08
	Control	MAXORB on mild steel	0.98	0.06
	0.5	" " "	0.97	0.06
	1.0	" " "	0.95	0.06
	2.0	" " "	0.95	0.06
	5.0	" " "	0.96	0.08
	Control	MAXORB on aluminium	0.97	0.06
Birmingham, U.K.	0.5	" " "	0.97	0.06
	1.0	" " "	0.97	0.06
	2.0	" " "	0.97	0.06
	5.0	" " "	0.96	0.10
	Control	MAXORB on steel	0.97	0.07
	0.5	" " "	0.96	0.07
	1.0	" " "	0.97	0.07
	2.0	" " "	0.97	0.07
	5.0	" " "	0.96	0.10

L'absorbeur sélectif au Nickel et ses principales propriétés



Citerne de récupération de 1 m³ avec l'arrivée de l'eau chaude et le départ de l'eau froide vers les panneaux, le circulateur et le régulateur « Solar Control », le vase d'expansion et le trop plein.

L'échange de chaleur se fait par un tube contourné avec une collerette d'augmentation de la surface d'échange, implanté dans la trappe de visite

L'eau froide entre par le bas de la citerne avec un brise-jet intérieur pour favoriser la stratification thermique et l'eau chaude sort par en haut

L'intérieur de la citerne est revêtu d'un lait de ciment

Isolation par 25 cm de laine de verre, et davantage en haut et sur la trappe de visite



L'eau circulant des panneaux à la citerne contient de l'antigel. Le circuit sanitaire est séparé:
L'eau de la citerne est l'eau sanitaire, chauffée en saison chaude ou préchauffée en saison froide, qui se répartit par des branchements partant du sommet (invisibles sur la photo)

- vers le lave linge dans la buanderie adjacente
- vers le lave vaisselle dans la cuisine sus-jacente
- vers deux boilers électriques à chargement «heures creuses » alimentant la cuisine et les salles de bain présents depuis la construction de la maison qui assurent le complément de température quand nécessaire