

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 46 (1984)
Heft: 6

Artikel: Spécial-TA : Energie
Autor: Wellinger, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1083968>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Introduction

Vous vous demanderez pourquoi la Technique Agricole publie justement en ce moment un numéro spécial consacré au problème de l'énergie vu que presque plus personne n'en parle. Mais c'est là précisément une des raisons principales de la parution de cette édition. Le fait que les prix du mazout et du bois n'apparaissent plus dans les manchettes des journaux ne constitue de loin aucune raison d'admettre que le problème énergétique ait été résolu une fois pour toute. Au contraire, plus les prix tombent, plus le choc causé par une nouvelle augmentation sera prononcé. Il y a déjà eu des phases de prix d'énergie stationnaires, mais l'espacement de ces «phases de détente» devient de plus en plus court.

L'agriculture et ses industries auxiliaires ont la chance unique de devenir indépendantes de la politique des prix des producteurs d'huile minérale, car ils ont à leur disposition une partie essentielle des ra-

res sources d'énergie suisses telles que l'eau, le bois et le biogaz. Elles représentent toutes des énergies renouvelables. A condition qu'elles soient exploitées d'une façon raisonnable, elles peuvent contribuer substantiellement à la réduction de la pollution de l'atmosphère.

Depuis quelques années, nous savons que l'agriculture dispose du potentiel qui lui permettrait de produire par ses propres moyens la part d'énergie qu'elle consomme, soit quelque 10 TJ par an (représentant 1,6% de la consommation nationale totale). Par l'intermédiaire du présent numéro, et l'aide d'exemples concrets, nous avons l'intention de vous démontrer comment ce potentiel est et pourra effectivement être exploité dans la pratique. Nous espérons que notre tentative pourra vous motiver et vous encouragera à planifier votre propre installation.

Mais avant de songer à remplacer le mazout, vous devriez vous demander où vous

pourriez économiser de l'énergie, car économiser est généralement meilleur marché que substituer. C'est pourquoi nous faisons suivre un article sur l'assainissement de vieux bâtiments.

La Commission technique 5, qui est responsable pour le contenu de la partie «Energie» de ce numéro, termine ainsi simultanément sa première phase de travail concernant l'examen et l'évaluation des possibilités actuelles de la mise en valeur de l'énergie. Il s'agit de MM. R. Biolley, M. Edelmann, F. Locher, Th. Pfister, M. Steiner et J. Wyser.

Je ne voudrais pas manquer de remercier très chaleureusement les autres collaborateurs, MM. J.-M. Chapallaz, F. Nydegger, P. Sieglund et G. Steiner pour leurs contributions.

Donc encore une fois: Profitez des chances qui se présentent ainsi que de votre propre énergie!

*A. Wellinger, Prés. CT 5.
Trad. H.O.*

Economies d'énergie réalisées en assainissant des vieux bâtiments

Il existe en Suisse un grand nombre de bâtiments agricoles en besoin de rénovation. C'est particulièrement le cas pour les maisons d'habitation.

Buts d'assainissement

D'une façon générale, on peut distinguer trois différents buts d'assainissement qui mènent soit individuellement ou en combinaison à une mesure de construction.

1. Mesures destinées à préserver une valeur

Elles consistent principalement en travaux de rénovation prévus surtout pour maintenir une certaine forme d'utilisation. Il s'agit alors particulièrement de parer à une désintégration plus ou moins avancée. Exemples: Remises en état de toitures, de façades, etc.

2. Rénovation intérieure impliquant une amélioration du degré de confort.

Dans un tel cas, la répartition des pièces habitées reste la même, mais la maison est rénovée intérieurement.

Exemples: Incorporation d'un chauffage central ou de nouvelles fenêtres, amélioration de l'isolation thermique.

3. Mesures de reconstruction

Dans ce cas, la structure intérieure du bâtiment subit des modifications plus ou moins impor-

tantes. On ajoute très souvent des pièces faisant défaut en appliquant des annexes abritant généralement des buanderies, bains/WC, douches, chaudières de chauffage, etc.

Dans la règle, des assainissements exigent des mises de fonds considérables. C'est pourquoi il importe désormais de comparer l'état actuel d'un ancien immeuble rural avec l'état projeté sous le rapport de l'isolation thermique et d'examiner l'influence que des modifications du mode de construction auraient sur la consommation d'énergie future. Rendons attentifs à quelques aspects importants de cette question.

Murs extérieurs

Des anciens murs extérieurs sont souvent mal isolés et devraient être pourvus d'une meilleure isolation. Pour des raisons relevant de la physique du bâtiment, une isolation extérieure s'avèrerait préférable dans la plupart des cas. Mais dans la pratique, une telle solution n'est souvent indiquée pour des raisons d'ordre économique ou technique. C'est pourquoi on a souvent recours à une isolation intérieure. Elle a l'avantage de permettre de procéder par étapes en remettant, par exemple, successivement en état certains locaux. Mais ce procédé présente aussi des désavanta-



Assainissement: Maison d'habitation avant la restauration. (Photo LBA, Brougg)

ges considérables, car certaines pièces sont souvent si exigües que l'adjonction d'une couche isolante intérieure a pour effet de les rapetisser encore plus. En outre, on risque de former forcément des ponts de chaleur dans les plafonds ainsi qu'autour des cadres de fenêtres et de portes, etc. Dans la règle, il importe aussi de protéger l'isolation intérieure contre une pénétration d'humidité au moyen de barrières de vapeur appropriées. Dans des cas critiques, ils est à conseiller de consulter un architecte ou même un spécialiste en physique du bâtiment.

L'épaisseur d'isolation optimale du point de vue économique est généralement de 10–12 cm; un assainissement basé sur une nouvelle isolation d'une épaisseur inférieure à 8 cm n'est pas économique.

Construction de toitures

Les plafonds des greniers d'anciennes maisons d'habitation sont généralement très mal isolés. Lors d'un assainissement, on devrait se demander si le grenier pouvait être transformé en pièces habitables additionnelles ou s'il devait continuer à faire office d'un débarras non chauffable. Dans le premier de ces cas, on fixerait aussi solidement que possible entre les chevrons des éléments isolants de 12 à 15 cm d'épaisseur, et cette isolation serait recouverte sur sa face intérieure d'une barrière à vapeur. Dans le deuxième cas, on devrait absolument pourvoir le plafond existant entre l'étage supérieur et les combles d'un nouvel isolement. Cela nécessite généralement un démontage complet du plancher

de bois du galetas et un bourrage soigneux des intervalles entre les solives avec de la laine de fibres minérales lâche.

Lors d'une telle opération, il importe avant tout de ne pas laisser des espaces vides et de travailler très consciencieusement. Un contrôle rigoureux du résultat vaut toujours la peine, mais, malgré cela, on pourra néanmoins découvrir une formation ultérieure de fentes qu'il s'agit de boucher à nouveau.

Fenêtres

Si on décide de remplacer les anciennes fenêtres, il est indispensable de pourvoir les nouvelles de joints à lèvres. Un vitrage double ou l'emploi de verre de sécurité feuilleté s'impose désormais de toute façon. Pour des surfaces de fenêtres assez importantes sur les façades côté nord ou orientées vers le nord-est ou le nord-ouest, on devrait peut-être plutôt avoir recours à l'emploi de vitrages triples. Le maître d'œuvre devrait s'assurer que les fenêtres soient montées correctement, c'est-à-dire en bouchant soigneusement les fentes entre la maçonnerie et les cadres de fenêtres.

D'une façon générale, on devrait se rendre compte que le montage de nouvelles fenêtres peut préjudicier très considérablement l'aspect général du bâtiment. C'est pourquoi on devrait se soucier d'une subdivision appropriée des carreaux au cas où les anciennes fenêtres étaient pourvues de croisillons. Les frais supplémentaires causés par l'adjonction de ces croisillons sont généralement peu importants, et l'investissement correspondant contribue certainement à préserver le charme

que pouvait avoir eu la maison avant sa rénovation.

L'exemple suivant est censé démontrer l'efficacité d'une bonne isolation thermique entreprise lors de l'assainissement d'une maison d'habitation: Au cours d'un assainissement de son exploitation, Monsieur F. Zeller a l'intention de rénover à fond également la maison d'habitation attenante. Ses murs massifs sont encore en bon état sauf celui en pierres naturelles du pignon arrière; l'emplacement décline a favorisé une stagnation d'eau de pluie. L'installation ultérieure d'une conduite de drainage a permis d'y remédier en asséchant les fondations.

Les deux murs longitudinaux consistent en cloisonnage de briques. La partie recouverte de crépissage est destinée à être nettoyée en vue de rendre les poutres décoratives du colombage visibles. C'est là un travail prolongé que la maître d'œuvre et son personnel peuvent exécuter eux-même à bon compte selon les instructions d'un expert. A part cela, il s'agit de remplacer les fenêtres en très mauvais état par des fenêtres à verre de sécurité feuilleté. Il va de soi qu'elles seront munies de croisillons.

L'intérieur du bâtiment nécessite des travaux de transformation considérables. Une bonne conception de l'ancienne demeure permet de conserver presque intégralement les éléments porteurs de la charpente. Les plus importants travaux planifiés consistent à incorporer une nouvelle cuisine, une buanderie pourvue d'une douche et d'un WC ainsi qu'une salle de bain.

Dès le début, il était évident qu'en tant que propriétaire d'une forêt, Monsieur Zeller préférerait un chauffage au bois à tout autre système. Pour des raisons économiques, il s'agit de concevoir un chauffage central aussi simple que possible. C'est pourquoi on renonce tout d'abord à l'adjonction d'un réservoir d'accumulation. La chaudière acquise à un prix avantageux permet de régler la température de l'eau chaude moyennant un dispositif spécial dont l'emploi exige cependant une certaine expérience. Par contre, cette simplification permet de se passer d'un investissement supplémentaire d'au moins Fr. 10'000.-.

Le maître d'œuvre insistait sur une réduction aussi poussée que possible de la consommation de bois de feu afin de ne pas devoir sacrifier des arbres pouvant fournir du bon bois de construction. Cela imposait une

fois de plus la nécessité d'une isolation optimale de tout le bâtiment.

Dans la suite, on procéda à des calculs-types exécutés à l'aide d'un petit ordinateur.

Variante 1:

Rénovation de la maison d'habitation comportant l'installation de nouvelles fenêtres ainsi que des modifications de construction intérieures, mais excluant des isolations additionnelles des murs et plafonds.

Variante 2:

Rénovation semblable à la variante 1, mais comportant des améliorations d'isolation portant la valeur K des murs à 0.4 et celle des plafonds à 0.3 W^{*})/m²K.

Dans ces deux cas, les surfaces d'étage correspondent à 240 m².

Les résultats obtenus étaient impressionnants; par période de

*) passage thermique

chauffage et en introduisant dans les calculs des moyennes de température extérieures normales, le chauffage et la préparation de l'eau chaude nécessaire pour le logement et l'étable exigeraient les quantités de bois suivantes:

Variante 1: 34 stères par an,

Variante 2: 12 stères par an.

Le maître d'œuvre choisit sans hésitation la seconde variante. A part une économie d'énergie calorifique, la bonne isolation présente un avantage additionnel: la face intérieure des parois et par conséquent aussi le confort des habitations sont augmentés très considérablement.

Malgré des frais supplémentaires inévitables, Monsieur Zeller a donné la préférence à une solution permettant d'économiser de l'énergie. Nous le félicitons d'avoir su prendre la meilleure décision possible.

(Trad. H. O.)

Bio

Le bois en tant que combustible

En Suisse, l'emploi de bois pour la production d'énergie est traditionnel du fait que ce matériau représente l'unique source d'énergie disponible localement. En 1978, la part de bois consacrée à la production d'énergie correspondait à 1,2%. Cela représente un million de m³ de bois. La Commission fédérale de la Conception globale de l'énergie s'attend à une augmentation à 3 mio de m³, soit un montant

comparable à celui atteint pendant les années de guerre. Ce volume se répartit à raison de 40% sur du bois abattu en forêt et de 60% sur des déchets de bois de tous genres.

L'objectif du développement actuel de la mise en valeur du bois ne peut cependant pas consister uniquement à augmenter la production, mais également et simultanément à améliorer à la fois le rendement

technique et la rentabilité du chauffage.

Le point de départ du développement successif était le feu ouvert – malheureusement encore très répandu dans les fromageries alpestres – dont le rendement correspond à seulement 10 à 15%. Déjà lors de l'introduction des premiers fourneaux très simples, le degré d'utilisation fut augmenté à raison de 30 à 40% et porté finale-

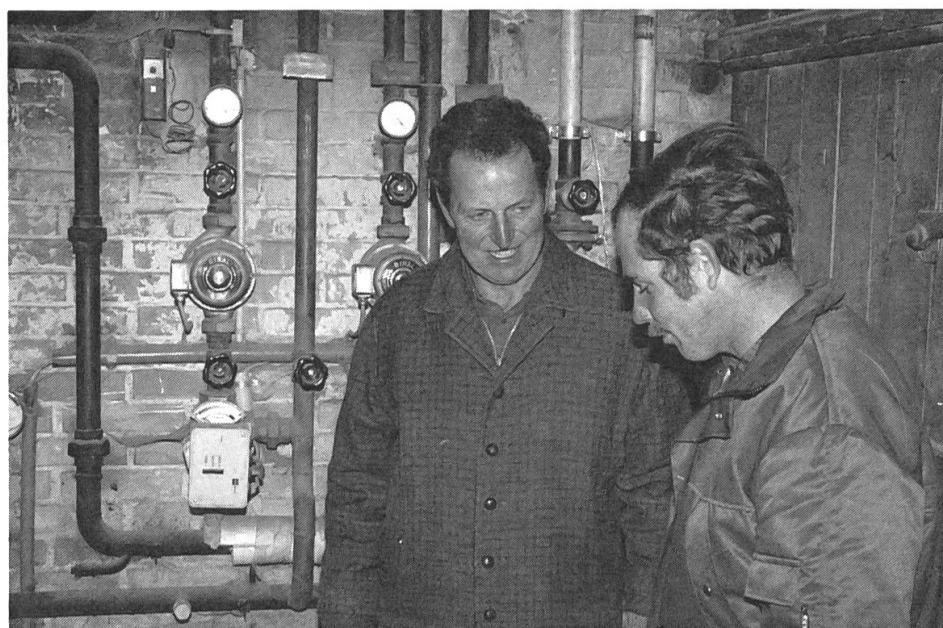


Fig. 1: M. Steiner (à droite) en discussion avec son partenaire J. Niklaus, Hindelbank.

ment à au moins 70% en ayant recours à des poêles en carreaux de faïence.

Deux des plus récents développements de la construction des fourneaux consistant à introduire une combustion directe ou la gazéification de rognures de bois, auxquelles nous allons revenir plus loin, permettent d'atteindre un taux de rendement qui dépasse déjà 80%. Ces deux systèmes se distinguent des autres aussi par des valeurs extrêmement basses de gaz perdus.

1. Chauffage à base de copeaux de bois

En principe, ce genre de chauffage exige l'emploi de trois unités mécaniques, soit

- le déchiqueteuse
- l'unité d'accumulation et de débitage
- le fourneau proprement dit.

En Suisse, on a actuellement recours à deux types de *déchiqueteurs*: le type stationnaire et le type mobile.

Dans la règle, des déchiqueteurs stationnaires actionnés par un moteur électrique et pouvant convertir en copeaux des troncs d'un diamètre supérieur à 30 cm sont généralement installés par des entrepreneurs livrant leur produit à des clients établis



Fig. 2: Copeaux de bois pour le chauffage automatique.

dans le voisinage immédiat. Les grands modèles de déchiqueteurs sont entièrement automatisés et peuvent être manoeuvrés par un seul opérateur.

Quant aux déchiqueteurs *mobiles* actionnés par la prise de force d'un tracteur, ils conviennent mieux aux besoins de l'agriculture, car il peuvent être facilement utilisés en commun par plusieurs voisins. Ils se prêtent à la préparation de bois de tous genres et notamment de déchets, de branches, d'arbres abattus lors de déboisements ou d'autre bois en grume de diamètres non supérieurs à 18 cm. Leur manœuvre et l'introduction du bois dans la machine nécessitent le concours de deux à trois ouvriers. Ce genre de déchiquetage cause une consommation d'environ 1,5 litre de carburant par m³ de bois traité.

L'unité d'accumulation et de débitage est généralement montée près du fourneau de sorte que celui-ci puisse être alimenté à l'aide de vis sans fin réglées automatiquement selon le besoin en chauffage.

Visite d'une installation de ce genre

dans l'exploitation de Monsieur Jacob Niklaus, située à Hubel sur Hindelbank BE.

TA: Qu'est-ce qui vous a engagé à installer et opérer un chauffage aux copeaux de bois?

Ni: Il y a environ trois ans, nous avions un chauffage central à réserve que nous alimentions avec des bûches. Il s'agissait alors de chauffer 3 maisons. Le besoin en bois était d'environ 100 stères. Nous stockions par conséquent 300 stères de bûches dans la cour. Cette énorme consommation de bois et une

charge de travail et un encombrement correspondant nous obligèrent à trouver une autre solution. En plus, nous avions depuis longtemps des problèmes dus à l'encrassement de la chambre de combustion et de la cheminée. De nombreuses annonces et certains périodiques faisaient de la réclame pour des chauffages aux déchets de bois. Si cette publicité était digne de foi, leur objet devait donc être de quelque utilité.

TA: *Est-ce que votre attente s'est justifiée ?*

Ni: Après deux ans d'expérience, je peux dire que oui. Actuellement, nous sommes en état de chauffer sans problèmes 5 bâtiments avec moins de bois. J'estime que le taux d'utilisation énergétique s'est amélioré à raison d'environ 25%, mais je ne peux pas vous fournir des chiffres exacts. En tout cas, le problème d'encrassement ne se pose plus. Le travail nécessaire pour la préparation des copeaux a été réduit à une fraction de ce qu'il était précédemment.

TA: *Comment est-ce que l'on prépare, sèche et entrepose les copeaux ?*

Ni: Le bois de déboisement et de rebut qui s'accumule en hiver est laissé en tas pour qu'il sèche jusqu'au début de l'été.



Fig. 4: Débit continu de copeaux dans le brûleur.

Lorsque le temps est beau, nous réduisons ce bois au moyen d'un déchiqueteur spécial en copeaux mesurant environ 2 à 3 cm de longueur et 1 cm d'épaisseur qui sont mis directement en paloxes. Le rendement horaire correspond à environ 10 m³ de copeaux. Il est toutefois indispensable de trier et entasser soigneusement le bois préalablement afin de ne perdre qu'un minimum de temps lors de l'alimentation des déchiqueteurs. Les paloxes pleines sont alors entassées dans la cour et couvertes afin qu'elles puissent sécher. Finalement, avant le début de la récolte des pommes de terre, les copeaux sont transférés dans un grand silo au moyen d'un souffleur.

TA: *Quel est le mode de fonctionnement de l'installation de chauffage et de brûlage ?*

Ni: Le chauffage est asservi électroniquement et fonctionne d'une façon entièrement automatique. Il ne s'agit que de ré-

gler manuellement la température de service ou, en d'autres mots, le besoin en chaleur. Le système électronique modifie alors selon ces exigences la vitesse de rotation de la vis sans fin qui transporte dans la chambre du foyer des quantités appropriées de copeaux prélevées dans le récipient contenant une réserve qui suffit pour 24 heures (voir fig. no. 4). L'intensité de combustion est commandée par des clapets d'aération. De cette façon, l'amenée des copeaux correspond toujours aux débits requis. Ce système fonctionne aussi très bien sous une charge réduite et prévient à la fois une extinction du feu et un encrassement des chaudières.

TA: *Est-ce que ce système de chauffage n'est pas sujet à des dérangements fréquents ?*

Ni: Au début, j'étais aussi très sceptique à l'égard de cette électronique, mais deux ans d'expérience ont prouvé qu'elle

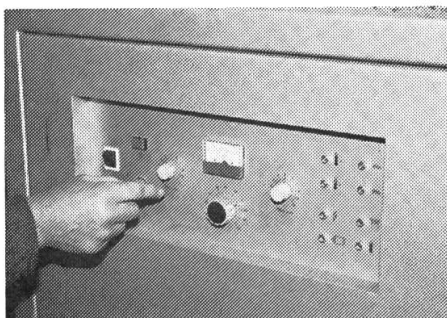


Fig. 3: Le «pupitre de commande» du chauffage à copeaux de bois.

est sans problèmes et sans trouble. C'est uniquement le moteur de commande de la vis sans fin qui a du être remplacé.

TA: *Combien de temps faut-il consacrer à l'entretien et la surveillance?*

Ni: Seulement environ 5 minutes par jour. Le récipient à copeaux doit toutefois toujours être rempli quotidiennement. La quantité de cendres produite est si réduite que le cendrier ne doit être vidé qu'une fois par hiver.

TA: *Je vous remercie d'avoir bien voulu m'accorder cet entretien dans une chambre bien chauffée!*

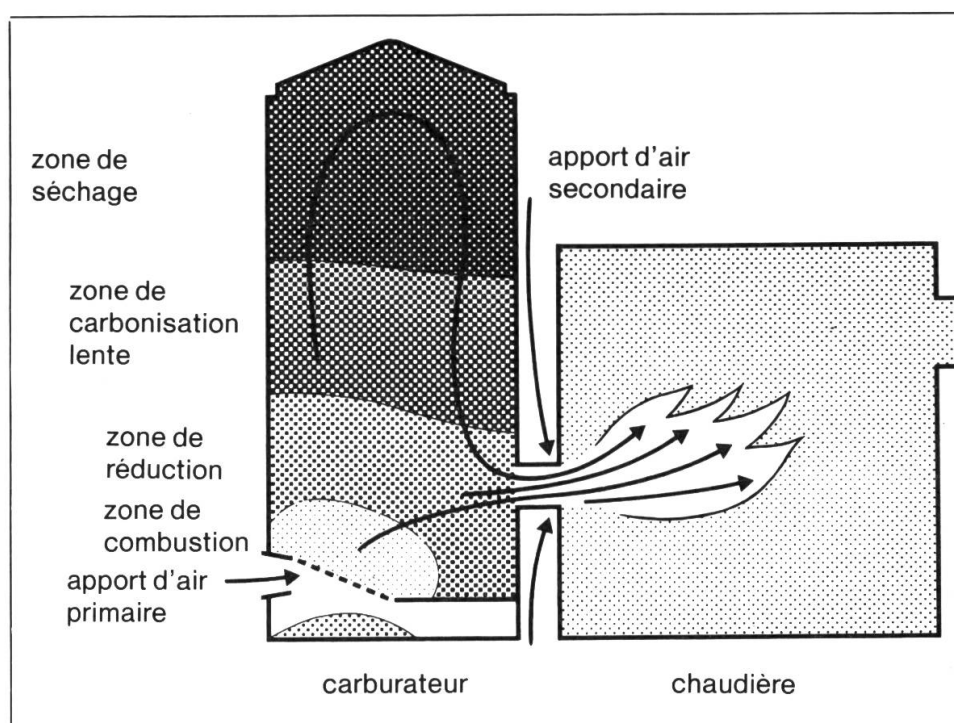


Fig. 5: Schéma de fonctionnement du brûleur de gaz de bois.

2. Générateur de gaz de bois en tant que brûleur pour installation de chauffage

En comparaison avec l'offre croissante d'installations de chauffage conventionnelles, le brûleur à gaz de bois servant d'agrégat de chauffage est encore relativement inconnu, mais à tort, car il répond à tout ce que l'on peut exiger d'un chauffage au bois optimal. Il convient pour du bois de tout genre et ses possibilités d'emploi multiples ainsi que sa construction à la fois simple et robuste sont séduisantes.

La technique de la gazéification du bois, très répandue pendant la Seconde Guerre mondiale lorsque le gaz de bois était surtout utilisé dans des moteurs à combustion interne, forme la base du brûleur à gaz de bois.

La construction du brûleur à gaz de bois tient compte d'une façon idéale du processus de combustion du bois. Ce processus peut être subdivisé de la fa-

çon suivante en phases liées à certaines zones de température:

Séchage jusqu'à env. 150° C

Pyrolyse (dégazage, désagrégation thermique)

jusqu'à env. 500° C

Combustion

jusqu'à env. 1200° C

Tandis que ces phases se déroulent parallèlement, c'est-à-dire d'une façon relativement incontrôlable dans des installations de chauffage traditionnelles, les étages de désintégration relatifs au brûleur à gaz de bois sont décomposés séparément. Ce fait permet de séparer de la chaudière le compartiment où a lieu la gazéification (soit l'échangeur de chaleur) et constitue ainsi la condition préalable d'une mise en valeur optimale de bois servant de combustible.

La zone de pyrolyse et de séchage est située au-dessus du foyer primaire dans la trémie à

combustible. On fait passer les gaz de pyrolyse à travers le foyer primaire où ils sont craqués en gaz facilement inflammables. L'air primaire est amené sous la grille. La conformation du foyer primaire garantit les hautes températures indispensables à la formation du gaz de bois. L'air secondaire préchauffé est ajouté dans la tuyère du brûleur et assure ainsi une combustion absolue du gaz de bois totalement sans formation de suie ou de goudron. Contrairement à un brûleur à mazout, la buse du brûleur débouche généralement dans la chaudière. Le réglage de l'amenée d'air primaire et secondaire a lieu par l'intermédiaire de clapets commandés par le thermostat de la chaudière.

Ce processus de combustion contrôlée assure un bon réglage du brûleur dans tout le rayon d'action et prévient toute dété-

rioration de la qualité de combustion et du rendement même en cas de charge réduite.

En dehors de ces avantages dus à l'application d'une technique de chauffage appropriée, l'utilisateur bénéficie avant tout d'une simplification considérable des opérations et des travaux d'entretien nécessaires, car

- des combustibles autochtones sont utilisables indistinctement de leur nature, soit du bois de rebut, de démolition, des copeaux, buches, blocs, de la sciure, du bois en morceaux ou des déchets d'écorce;
- les travaux d'entretien sont réduits à un minimum grâce à une construction simple et robuste même en l'absence d'un réglage électrique;
- la durée de combustion est prolongée par la présence d'une grande trémie à combustible qui a pour effet d'augmenter les intervalles de remplissage.

Le positionnement séparé de la chaudière permet d'adapter un système de chauffage existant à un emploi d'énergie de bois moyennant un investissement purement complémentaire vu que le brûleur peut être combiné avec n'importe quelle chaudière. L'appareil étant monté sur des rails, il peut être poussé en arrière de sorte que le brûleur puisse être rabattu en sa position normale en cas de besoin. En plus, toutes les parties de l'installation restent facilement accessibles lors de travaux de nettoyage.

Entretien avec Monsieur Franz Kolb, menuisier à Riom GR

Au cours de cette conversation, Monsieur Franz Kolb et son installateur de chauffage, Monsieur Walter De-Stefani de Coire, nous ont appris ce qui suit:

Raisons justifiant l'installation d'un brûleur à gaz de bois:

Monsieur Kolb ne parvenait pas à obtenir une combustion satisfaisante de copeaux et de sciure dans sa chaudière à deux fins. A part cela, la combustion de bois causait un encrassement considérable de la cheminée.

Des remplissages du foyer répétés toutes les 2 heures s'avéraient trop laborieux.

C'est pour ces raisons que Monsieur Kolb se mit en quête d'un système de chauffage mieux approprié à ses besoins.

Genres et valeurs calorifiques des combustibles:

Dans son brûleur à gaz de bois, Monsieur Kolb utilise la totalité de tous genres de déchets provenant de son atelier de menuiserie où l'on utilise du bois de sapin, de mélèze, de pin et d'arolle dont une grande partie

Caractéristiques techniques de l'installation de chauffage Kolb

Bâtiments chauffés:

1 maison d'habitation comportant 2 appartements et 1 atelier

Température ambiante des appartements: 20-22° C

de l'atelier: env. 18° C

Volume bâti: environ 1200 m³

Année de construction 1977

Chaudière: Chaudière à double combustion à commande externe

Puissance de la chaudière alimentée avec des matières solides: 18-25,6 kW

Générateur: Biowatt-Fuego

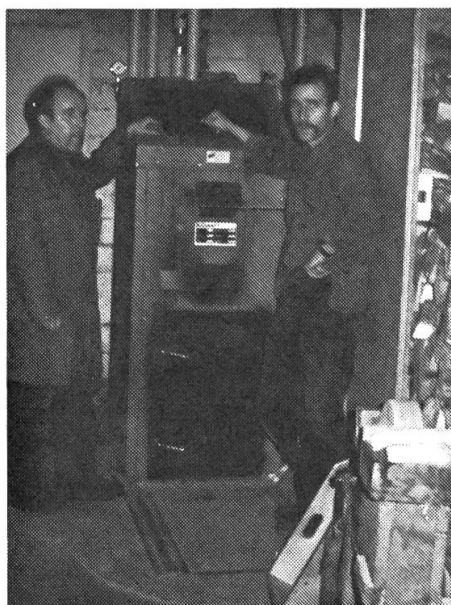


Fig. 6: F. Kolb (à droite) et De-Stefani en discussion.

se transforme en copeaux et sciure. La teneur en eau de ces bois peut varier entre 10 et 40%.

Lorsque l'air extérieur accuse une température comprise entre - 15° C et 0° C, la consommation de bois de chauffage varie entre 60 et 40 kg par 24 heures. Depuis l'installation du brûleur à gaz de bois, les déchets provenant de l'atelier sont plus que suffisants.

Opération et entretien, émissions:

A cause des longs intervalles de remplissage et d'une production infime de cendres, le travail occasionné par le chauffage est très peu important. C'est ainsi que le remplissage du foyer avec un mélange de morceaux de bois et de sciure ne doit être complété en moyenne que deux fois par jour, tandis qu'une seule charge de briquettes de sciure suffit pour une période de 24 heures. Quant à la production des cendres, elle varie selon le

genre de bois entre 200 et 500 g par 100 kg de combustible.

Exception faite de nettoyages usuels, des travaux d'entretien n'ont pas été nécessaires depuis la mise en oeuvre de la nouvelle installation. Selon une constatation du ramoneur, des encrassements de goudron ou de suie de la chaudière ou de la cheminée ne se produisent plus. Le foyer n'émet point de fumée, et on ne peut pas remarquer des éjections quelconques à proximité de la cheminée.

Réglage:

Les caractéristiques de réglage de l'installation sont nettement favorables. La température de l'eau chaude reste constante dans une marge de 5° C entre 75 et 80° C même en cas de fortes variations de prélèvement.

Monsieur Kolb et Monsieur De-Stefani trouvent que ce résultat est d'autant plus remarquable que le système en question fonctionne sans réservoir compensateur.

Remarques en conclusion:

Monsieur Kolb est d'avis que ses problèmes de chauffage ont été entièrement résolus.

En vue de ses expériences positives dues également aux soins donnés à l'installation, Monsieur Kolb s'est décidé à effectuer un investissement additionnel et à compléter son système de chauffage par l'adjonction d'une machine permettant de convertir les copeaux et la sciure en briquettes.

Trad. H.O.

We/St/Si

Installations de biogaz

En Suisse, on exploite actuellement plus de 120 installations de biogaz tandis qu'il n'en existait que 17 en 1979. Le taux d'édification annuel correspondait donc en moyenne à 36 installations pendant la période 1979–1982. L'année passée, le nombre des nouvelles installations est tombé au-dessous de dix probablement à cause de la réduction du prix du mazout.

Tandis que les premières installations – construites avant 1981 – souffraient encore de quelques «maladies d'enfants», dont la guérison exigeait un véritable esprit de pionniers, les systèmes plus récents offrent désormais une grande sécurité de fonctionnement. Néanmoins, les résultats optimaux exigent toujours, de la part du chef d'exploitation, une compréhension adéquate pour les phénomènes biologiques.

En principe, des installations de biogaz peuvent être établies dans n'importe quelle entreprise où l'on élève du bétail comme le démontre la dissémination géographique des installations actuelles. Dans les exploitations à biogaz recensées jusqu'à la fin 1982, 44% élèvent des bovins, 24% des porcs et 32% maintiennent des effectifs mixtes pouvant aussi inclure de la volaille. Ce n'est que la grandeur d'exploitation qui semble être un facteur limitatif inférieur qu'il s'agirait cependant de déterminer à nouveau, car il dépend à la fois du système adopté, de la consommation d'énergie et de la capacité de travail de chacun. Parmi les installations existantes, la limite en question est loin d'être nette, car elle varie entre 18 et 50 UGB.

Le digesteur est la partie essen-

tielle d'une installation de biogaz. Selon son genre d'emploi et l'esprit inventif du constructeur, on peut distinguer quelque 15 types.

Une classification moins détaillée permet cependant de distinguer trois variantes de base, soit:

- 1) Des silos érigés au-dessus du sol construits en matière plastique, en béton et, depuis peu, même en bois,
- 2) Des réservoirs circulaires ou rectangulaires en béton en sous-sol.
- 3) Les systèmes à réservoir ou à passage continu placés sous l'étable.

Dans la suite, nous allons présenter plus en détail un exemple de chacun de ces trois systèmes en décrivant des installations qui fonctionnent depuis assez longtemps.

1er exemple: silo-tour

Caractéristiques de fonctionnement de l'exploitation Wyser

Exploitation située à une altitude de 670 m.

22.00 ha de terres cultivées dans la zone d'interdiction des silos.

3.50 ha de sol arable. Le reste consiste en prairies permanentes ou artificielles.

3.50 ha de forêt.

42 UGB bovin et 80 PPE, mais l'installation de biogaz ne traite que le lisier provenant de 30 vaches auquel vient s'ajouter celui d'environ 220 porcs d'engraissement. Production de lisier journalière totale de 3-3.5 m³.

Installation de biogaz

Préfosse:

de 80 m³ (ancienne fosse à lisier).

Digesteur:

silo en béton monocoque à isolation extérieure recouverte de Gutamit.

Volume:

160 m³ bruts ou 150 m³ nets.

Fosses de stockage:

réceptacle circulaire d'une contenance de 540 m³ et recouvert d'une feuille en matière plastique. Fait à la fois office de fosse de postfermentation et d'accumulateur de gaz. Diverses fosses d'une contenance totale de 380 m³.

Accumulateur de gaz:

contenance variant entre 100 et 600 m³ selon le niveau atteint par le lisier.

Utilisation de gaz:

Production de courant et d'eau au moyen d'un TOTEM* (Fiat).

Des silos-tours peuvent être construits en béton, matière plastique ou en bois. Ils représentent probablement les formes de digesteurs les plus courantes vu que des constructions en surface s'imposent presque inévitablement dans des zones d'eaux souterraines. On en trouve cependant aussi dans des exploitations dont le site ne permet pas de relier directement le digesteur à l'étable et exige de toute façon le montage d'une pompe d'alimentation. Elles sont aussi fréquemment combinées avec des fosses de stockage final en surface.

Des silos-tour en plastique peuvent être livrés en préfabriqué relativement à meilleur compte que des silos en béton construits sur place à moins que le maître d'oeuvre soit en état de fournir son propre travail.

Josef Wyser, 6017 Ruswil LU

Sepp Wyser – qui avait déménagé seulement en 1971 de Gösigen AG à Ruswil – possède aujourd'hui un domaine bien arboré consistant, en dehors d'une petite culture de tabac, surtout en herbages (voir l'encadré ci-dessus). En tant que paysan intéressé aux problèmes techniques, il prit part en 1970 déjà à

une combinaison de cours d'une durée de six semaines de l'ASETA à Riniken – soit une formation qui, à part son propre esprit investigateur, s'avéra de grande valeur lors de l'aménagement de son installation de biogaz.

Questionné au sujet du motif qui l'avait poussé à construire une installation de biogaz en 1979, il répondit: «Le point de départ était la ventilation à air chaud du fourrage en grange dont nous ne pouvions pas nous passer vu la fréquence des précipitations qui caractérisent l'entrée de la vallée de l'Entlebuch. Tout d'abord, j'ai installé un échangeur de chaleur dont le circuit d'eau était chauffé avec du bon bois de construction relativement cher. A la longue, je regrettais ce gaspillage, mais craignais aussi qu'un chauffage au mazout serait trop dispendieux. Vu que l'on ne parlait encore guère d'énergie solaire, je me suis décidé d'aménager une installation de biogas».

Planification des installations

TA: Quels étaient les critères qui vous ont mené à l'adoption du système d'installation actuel?

Wy: Dès le début, j'ai choisi un système réalisable par moi-même à l'aide d'un expert en bâtiment.

La firme Huber s'est alors chargée de la planification technique. Mais vu que cette entreprise est hors d'état de construire des digesteurs assez grands, je me suis décidé de bâtir un digesteur en béton qui fut ensuite isolé à l'aide de déchets provenant d'une entreprise textile. Je tenais à ce que l'utilisation du gaz soit aussi versatile et ap-



Fig. 1: Sepp Wyser, Ruswil.

*) Total Energy Module

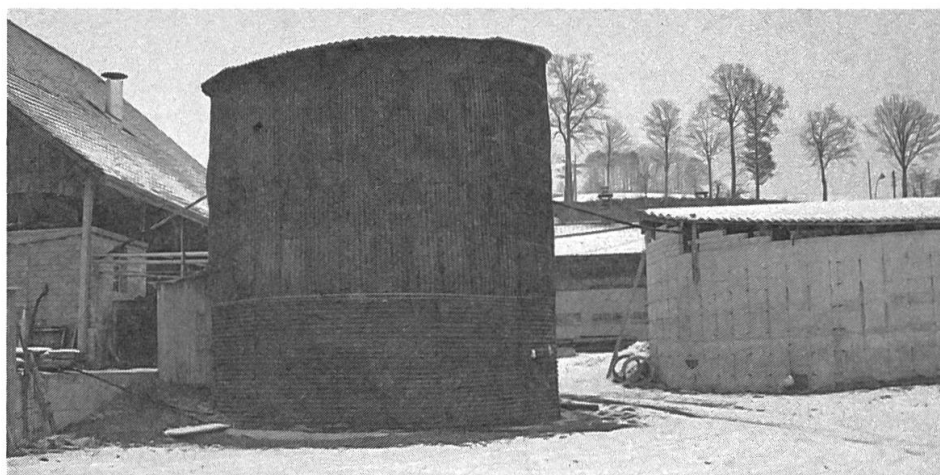


Fig. 2: Milieu: Le réacteur de biogaz isolé. A droite: le silo à purin fermenté, simultanément lieu de stockage pour le biogaz produit. A gauche: (sous l'avant-toit de la grange): la halle de machines en briques.

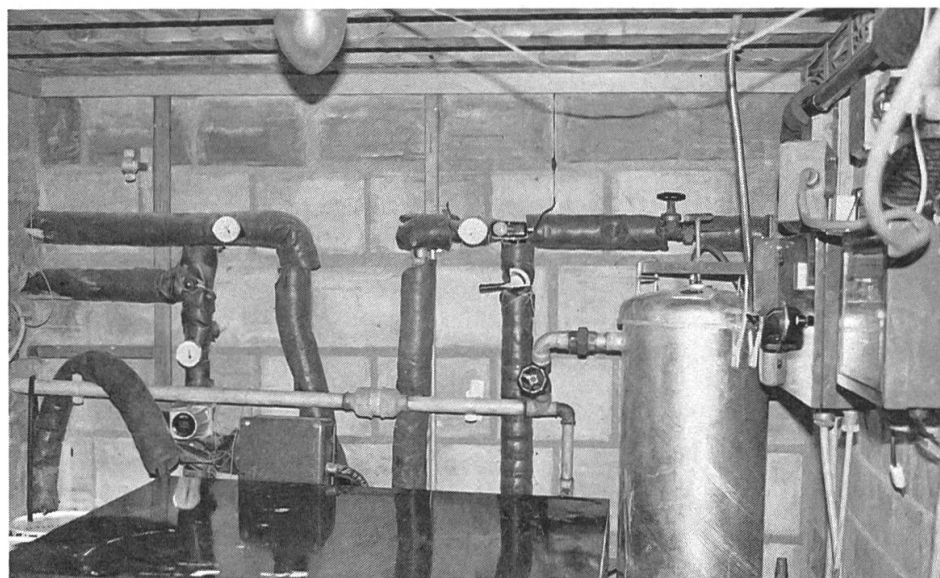


Fig. 3: Utilisation de l'énergie produite. A l'arrière-plan, le local contenant le couplage chauffage-force et, à droite, le réservoir à eau chaude coffré.

propriété que possible. Vu que l'on pouvait s'attendre à ce qu'une utilisation exclusive du biogaz à des fins de chauffage produirait un excédent de gaz surtout en été, j'ai opté en faveur d'une installation thermique. Cela m'a permis une utilisation plus complète du gaz produit, d'autant plus que des surplus de courant électrique peuvent être cédés au réseau publique par une ligne d'alimentation.

TA: Avez-vous donc planifié et construit votre installation sous sa forme actuelle en un seul jet?

Wy: Oui et non. Lors de l'année de construction, donc en 1979, les connaissances relatives au biogaz n'avaient pas encore atteint leur niveau actuel. J'ai effectué ça et là quelques améliorations et adaptations. Des contacts mutuels avec des praticiens et des chercheurs scientifiques ont contribué à une amélioration continue de

l'installation. Une des adaptations consiste par exemple en un stockage des gaz. Vu que je devais construire de toute façon un nouveau réservoir de stockage pour le lisier (fig. 2) j'ai cherché à l'aménager de sorte qu'il puisse aussi être utilisé en tant que réservoir à gaz. Pour cela, j'ai monté une feuille de plastique flexible sur le sommet du silo à lisier qui me permet également de retenir le gaz produit lors de la postfermentation. Afin de mieux pouvoir utiliser la chaleur perdue du TOTEM (fig. 3), je transfère les gaz perdus émis par ce dispositif dans la pré-fosse moyennant un tube en Inox. De cette façon, la température du lisier brut s'élève à quelque 15-20° C. En ce moment, je suis en train d'incorporer dans la conduite de gaz un filtre à hydrogène sulfuré.

Mise en valeur de l'énergie

Dans l'exploitation Wyser, l'énergie produite est utilisée de manières très variées, et le rendement obtenu peut être qualifié d'optimal.

Le volume de gaz produit en moyenne correspond à env. 100 m³ par jour et passe presque entièrement dans le TOTEM. La majeure partie du courant généré est utilisé sur place, et on ne cède que l'excédent (soit environ 40%) au réseau local. L'énergie thermique produite sous forme d'eau chaude de 80° C qui représente quelque 55% de l'énergie de biogaz mise en valeur (voir l'article «Couplages chaleur-force actionnés au biogaz» paru dans le no. 1/83 de «Technique Agricole») est utilisée de façons qui diffèrent selon les saisons:

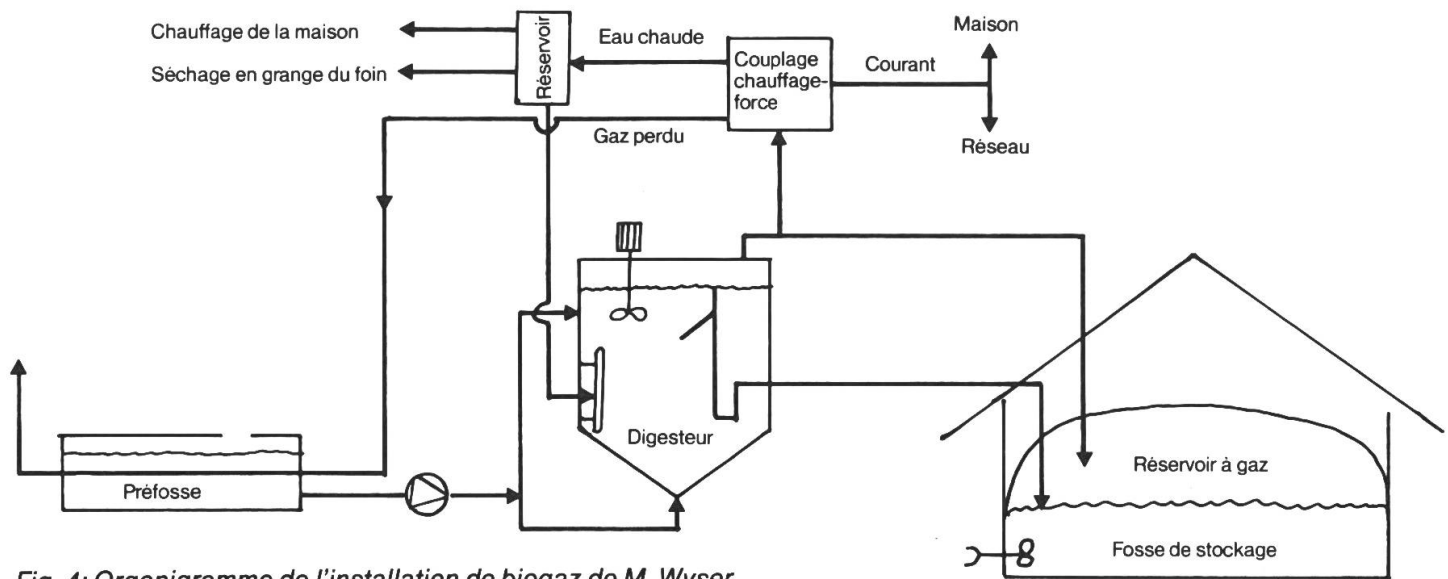


Fig. 4: Organigramme de l'installation de biogaz de M. Wyser.

Hiver:

- Chauffage de la maison bifa-miliaire (260 m² de surface d'habitation chauffée).

Printemps:

- Chauffage de la serre à plants de tabac.
- Eau chaude de service.

Été:

- Séchage de foin.
- Séchage des céréales.
- Séchage de tabac.

Toute l'année:

- Chaleur nécessaire au processus.

Entretien et surveillance de l'installation

Wyser: La ronde quotidienne que nécessite le contrôle de l'installation (soit la production de gaz ou de courant, les températures) ainsi que la mise en marche de la pompe d'alimentation n'exigent qu'approximativement 5 minutes. C'est uniquement pendant des périodes hivernales très froides qu'il s'agit parfois de dégeler des conduites ou vannes, parce que mon système comporte quelques tuyaux non enterrés. Pendant les

trois mois les plus froids de l'hiver, cela ne représente cependant qu'un total d'à peine six heures. L'entretien du TOTEM exige un peu plus de temps, soit environ une heure par mois. Une fois par an, j'entreprends des travaux d'entretien d'une durée de 2 à 3 heures dans le digesteur.

Rentabilité

TA: *En produisant du biogaz vous contribuez activement à la substitution d'huile minérale, mais il serait intéressant de connaître le montant de la charge que cela vous impose?*

Wy: Grâce au fait qu'il avait été possible d'exécuter nous-mêmes une grande partie des travaux nécessaires, nos investissements ont été relativement modestes. Selon mes calculs, les frais causés par toute l'installation y compris l'accumulateur de gaz (mais sans le coût du silo à lisier qui appartient à un voisin) plus diverses dépenses subséquentes ont exigé une mise de fonds de quelque Fr. 60'000 dont environ 40'000 représentent le coût des matériaux de construction.

TA: *N'auriez-vous pas pu vous chauffer à meilleur compte en brûlant du bois provenant de votre forêt?*

Wy: Avant de me décider, j'ai fait un calcul de rentabilité et ai comparé les frais probables de l'installation et l'économie qui résulterait d'une propre production de courant avec les frais de chauffage au mazout ou au bois et d'énergie électrique provenant du réseau public. Ce calcul de rentabilité, qui s'est d'ailleurs avéré juste dans la suite, démontrait qu'une installation de biogaz présenterait un avantage indubitable.

Le bois de rebut peut néanmoins être mis en valeur sur place. C'est ainsi que j'ai régulièrement besoin de 2 stères de bois de feu fournissant de l'énergie d'appoint en hiver et de 3–4 stères pour la séchage du fourrage vert ou pré-fané.

Monsieur Wyser, je vous remercie d'avoir bien voulu me donner ces renseignements forts intéressants et ne voudrais pas manquer de vous féliciter d'avoir su concevoir cette installation très réussie.

Trad. H.O.

WI

2e exemple: Installation en sous-sol

Des installations en sous-sol sont comparables à des fosses à lisier conventionnelles. Elles sont établies en béton armé et pourvues d'une isolation efficace. En opposition aux fosses à

lisier ordinaires, il importe qu'elles soient étanches au gaz d'une façon optimale dans la zone du plafond et de la partie supérieure des murs.

Le digesteur en sous-sol est équipé d'un syphon d'amenée et de sortie. Dans la plupart des installations, le lisier brut passe directement du canal à fumier flottant dans le syphon d'amenée. Cela permet de se passer d'une préfosse ainsi que d'une pompe de circulation. Sous l'effet du refoulement, le lisier coule à travers le siphon de sortie et par le chemin le plus court dans la fosse affectée au stockage final. Le substrat de fermentation doit être brassé régulièrement afin d'éviter la formation d'une croûte flottante. En cas de besoin, l'agitateur est mis automatiquement en mouvement par l'intermédiaire d'un relais.

Le biogaz produit est capté dans l'espace vide au-dessus du lisier en fermentation. Cela produit une tension gazeuse qui assure le transport du gaz par les conduites qui aboutissent aux récepteurs (chaudières, etc.). Un réservoir à gaz séparé n'est nécessaire qu'en des cas spéciaux. En opposition aux installations en surface, ce système n'encombre pas la cour de la ferme. Des digesteurs de ce genre peuvent être construits dans un endroit quelconque et résistent au passage de véhicules, mais sont toutefois impraticables en cas de sols peu résistants et d'une présence de nappes d'eau souterraines peu profondes.

Lors d'une inspection sur les lieux, nous avons eu l'occasion de nous entretenir brièvement avec le propriétaire d'une nouvelle installation en sous-sol. Il

Exploitation:

Armin Winzeler, Hinteralbis,
8135 Langnau am Albis.

Caractéristiques:

altitude de 800 m
20 ha de prairies et pâturages
3 ha de terres ouvertes
4 ha de forêt
30 UGB bovin dont le fumier flottant coule directement dans l'installations de biogaz en passant par un canal approprié.

Installation de biogaz (IBG)

Digesteur:

établi en sous-sol et en béton, de forme cubique, d'une contenance de 63 m³ et isolé extérieurement au moyen d'une couche de 12 cm de Roofmate.

Capacité: 63 m³.

Fosse de stockage:

établie en sous-sol et en béton, en forme de cube et d'une contenance de 210 m³

Réservoir à gaz:

supprimé parce que le gaz est utilisé d'une façon continue.

Utilisation du gaz:

- chauffage de la maison d'habitation
- préparation d'eau chaude pour le ménage et l'étable
- en tant qu'énergie de processus pour réchauffer le digesteur.



Fig 1: Monsieur Winzeler près de son installation de biogaz.

nous a fait part de ses expériences initiales.

TA: Monsieur Winzeler, qu'est-ce qui vous a engagé à construire une installation de biogaz?

WI: Nous possédons une maison à quatre familles datant du 17^e siècle dont le chauffage central fonctionnant au mazout imposait une consommation d'énergie relativement élevée. C'est pourquoi je me demandais quelle autre alternative s'offrait, d'autant plus que je ne voulais plus subir les conséquences de l'augmentation continue des prix de l'huile à brûler.

TA: Quelles alternatives entraient en ligne de compte et pourquoi avez-vous choisi celle-ci?

WI: Vu que nous possédons une surface de forêt suffisante pour pouvoir nous chauffer au bois, il aurait été tout indiqué d'installer un chauffage moderne à accumulateur d'eau chaude. Mais cela aurait rendu nécessaire l'acquisition d'une nouvelle chaufferie dont le prix aurait été supérieur à celui d'une installation de biogaz. A cause d'une charge de travail additionnelle due à ma collaboration à l'exploitation d'un télésiège voisin, je voulais me libérer d'une pré-

paration continue de bois de feu pendant tout l'hiver.

TA: Pourquoi avez-vous choisi un système en sous-sol?

WI: C'était dû à une imposition des autorités relative à la protection des monuments qui aurait proscrit la construction d'un silo en surface. A part cela, nous ne disposons pas d'une pompe à lisier, car une pente naturelle permet de laisser couler le fumier liquide directement dans l'installations de biogaz et ensuite dans le dépôt final. Je tenais aussi à pouvoir fournir des prestations de travail personnelles.

TA: Quelle est la production de gaz de votre installation et comment la mettez-vous en valeur?

WI: En hiver, elle correspond à environ 40 m³ de gaz par jour, mais diminue en été selon les périodes de pâturage.

Le gaz dessert les récepteurs suivants:

- l'énergie de processus du chauffage du digesteur
- la chauffage de la maison d'habitation (uniquement en hiver)
- la préparation d'eau chaude pour le ménage et l'étable durant tout l'année.

En hiver, en cas de très basses températures extérieures, le chauffage au mazout existant intervient automatiquement dès que la quantité de gaz disponible n'est plus suffisante. En été par contre, la production de gaz est excessive, et j'espère trouver une solution qui permettrait de mettre en valeur ces surplus.

TA: Combien de travail doit être consacré à l'entretien et aux soins que nécessite l'installation?

WI: Je contrôle deux fois par jour les chaudières et note diverses

températures et le niveau du compteur à gaz. Vu que la majeure partie des installations de biogaz se trouve à côté de la chambre à lait, je peux combiner ces contrôles avec les travaux d'étable, et ils n'exigent qu'environ 10 minutes par jour. Deux fois par an, je ramène les chaudières à gaz.

TA: Avez-vous dû résoudre des problèmes concernant l'installation?

WI: Après la mise en oeuvre de l'installation de biogaz, les surfaces de chauffage métalliques du digesteur révélèrent des fuites et ont dû être remplacées par des éléments en plastique, mais les frais étaient couverts par une garantie du fournisseur. Cela a cependant causé une interruption de marche.

TA: Quelle est la rentabilité de l'installation?

WI: L'économie annuelle réalisée correspond à environ 4'500 litres d'huile à brûler. Les fonds investis dans l'installation de biogaz, tous les appareils sanitaires, électriques et les éléments de chauffage nécessaires se montaient à un total de Fr. 60'000.-. Etant convaincu que les prix d'énergie importée continueront à augmenter à l'avenir, je crois que cet investissement s'avérera économique.

A part cela, des effets accessoires positifs, dont la valeur ne peut pas être exprimée par des chiffres jouent un rôle important, car

- l'épandage de lisier traité ne cause plus des brûlures de plantes,
- les émissions de mauvaises odeurs lors de l'épandage du

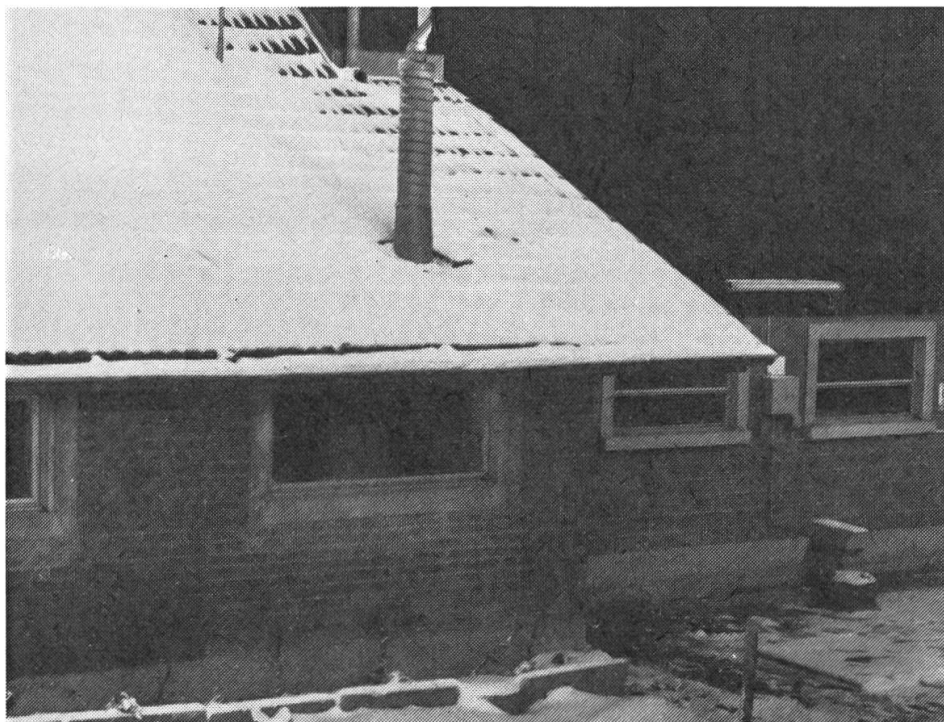


Fig. 2: L'installation de biogaz est pratiquement invisible entre la vieille et la nouvelle étable. Sur le toit, on voit la nouvelle cheminée pour le brûleur à biogaz.

lisier, très ressenties dans le voisinage, ont fortement diminué et

- le taux de notre autoravitaillement a augmenté.

TA: *Est-ce que vous modifieriez aujourd'hui votre installation si tout était à refaire?*

WI: Non, à part quelques modifications de moindre importance.

TA: *Que conseillerez-vous à un collègue qui aurait l'intention de vous imiter?*

WI: Avant d'entreprendre une nouvelle construction ou la modification d'une ancienne, j'aurais soin d'examiner soigneusement toutes les solutions possibles.

Je visiterais des installations existantes qui ont fait leurs preuves.

J'estime qu'il est important de pouvoir consommer aussi complètement que possible les volumes de gaz produits. C'est pourquoi il importe de charger en premier lieu un expert d'établir une planification et un calcul de rentabilité.

A mon avis, il est indispensable qu'un futur maître d'oeuvre puisse s'identifier jusqu'à un certain point avec son installation de biogaz et qu'il soit prêt à la surveiller régulièrement.

TA: *Est-ce que vous auriez à nouveau recours à une installation de biogaz?*

WI: Certainement; ma famille et moi sommes très satisfaits de notre installation.

TA: *Monsieur Winzeler, nous vous remercions pour cet entretien.*

Bio

3. Installations froides à système d'accumulation

Les installations dites froides fonctionnant à des températures variant entre 10° et 25° correspondent aux plus récents développements réalisés dans la construction d'installations de biogaz. Ces basses températures impliquent des durées de stationnement de 90 à 120 jours. Les digesteurs assument simultanément la fonction de fosses de stockage. Bien que la production de gaz soit quelque peu inférieure à celle obtenue au moyen d'une fermentation mésophile, ces installations sont néanmoins plutôt économiques parce que les frais supplémentaires sont moins importants que ceux causés par un stockage conventionnel du lisier.

Exploitation:

H. Güntensperger, Bodmen

Caractéristique de fonctionnement

Porcherie d'engraissement

(située à 750 m d'altitude)

Genre d'animaux de rapport:

330 porcs à l'engrais

Genre d'alimentation: petit lait, aliments composés.

Installation de biogaz:

Construction: sous la porcherie, non chauffée, isolée par 6 cm de Roofmat.

Volume bâti: 300 m³.

Accumulation de gaz: ballon à gaz (30 m³) dans le réservoir en acier.

Utilisation du gaz: dans la chaudière de la fromagerie.

Pour autres indications, voir TA 4/82, pages 113–137.

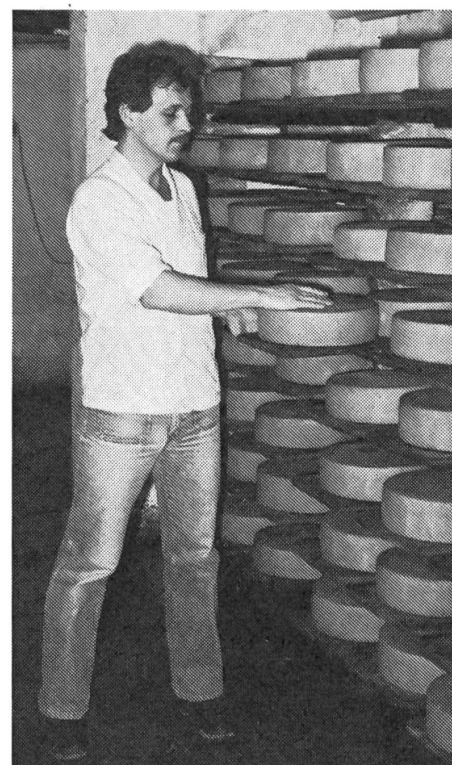


Fig. 1: Heinz Güntensperger, Bodmen.

Les deux premières installations construites en Suisse étaient des systèmes dits à accumulation dans lesquels le lisier afflue continuellement tandis que l'évaluation n'a lieu que lorsque le lisier doit être épandu sur les champs. Les deux installations mentionnées plus haut ne sont pas chauffées, mais maintiennent une température supérieure à 13° C même en hiver, car elles sont placées sous l'étable. Entretemps, cinq autres installations froides ont été érigées et ont permis d'essayer deux nouvelles variantes. Le digesteur de l'une d'elles n'est pas situé sous l'étable, mais devant elle, mais sa température est néanmoins maintenue aussi en hiver à plus de 13° C en utilisant l'excédent de gaz.

L'autre variante représente un genre de système combinant une circulation et une accumulation du lisier d'une durée de 70

jours également. Lorsque le digesteur est plein, on ne le vide pas, mais on continue à l'alimenter selon le système combiné déjà mentionné de sorte que le lisier fermenté déborde dans un récipient de stockage.

Vu que les opérateurs des cinq nouvelles installations ne disposent encore que d'une expérience insuffisante, nous avons questionné le propriétaire de «l'installation B» (Bull. de la FAT, TA 4/82, p. 155-164) au sujet de ses impressions.

H. Güntensperger, fromagerie de Bodmen, 9601 Dreien SG

TA: *Monsieur Güntensperger, qu'est-ce qui vous a engagé à ériger déjà en 1979 une installation froide bien que la technologie applicable à cette solution fût encore de très nouvelle date?*

Güntensperger: Au moment où je planifiais ma nouvelle porcherie tout le monde parlait de biogaz. C'est pourquoi je me suis adressé à la FAT à Taenikon pour demander si l'incorporation d'un tel système était aussi économique dans mon cas. La perspective de frais d'investissement relativement modestes m'a bientôt engagé à m'intéres-



Fig. 2: Vue d'ensemble de l'exploitation.

a Nouvelle porcherie comportant l'installation de biogaz en sous-sol.

b Ancienne porcherie dont le lisier alimente également l'installation de biogaz.

c La fromagerie.

Le ballon d'accumulation est situé à gauche derrière l'enclos du jardin.

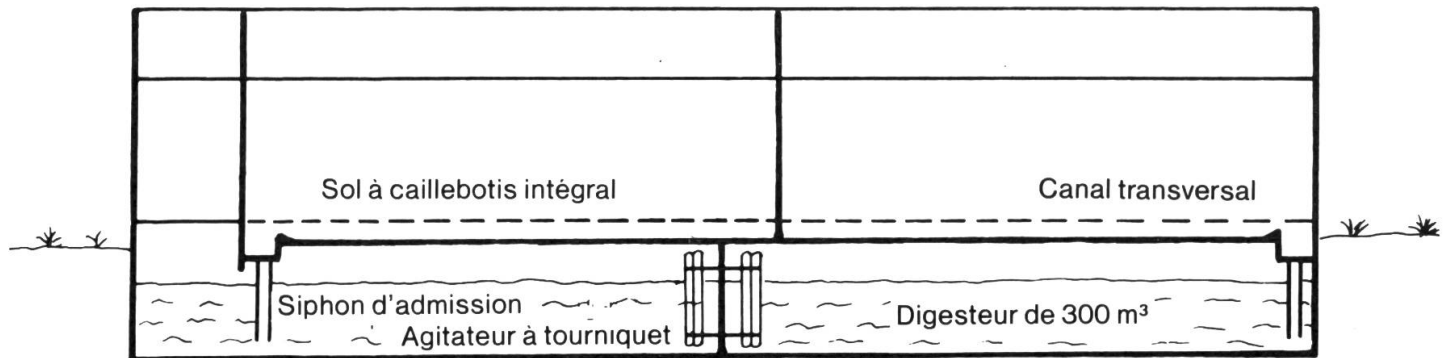
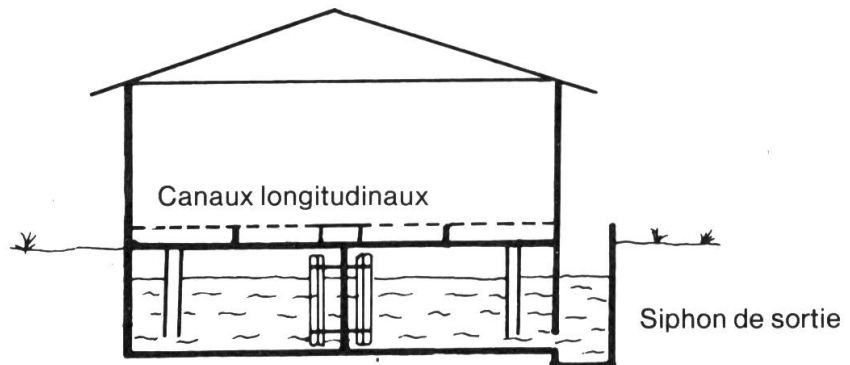


Fig. 3: Croquis de la porcherie d'engraissement avec l'installation de biogaz de H. Güntensperger.

ser à une installation froide. Une visite auprès de M. Horrisberger, «l'inventeur» de ce système, m'a convaincue entièrement.

TA: Avez-vous été poussé à construire une installation de ce genre pour des raisons financières?

Gü: La rentabilité n'était pas réellement le motif principal qui m'a engagé à construire une installation de biogaz; c'était plutôt mon intérêt technique qui m'a influencé. Malgré cela, je ne voulais pas m'exposer à des risques trop considérables et me suis contenté de construire l'installation sans même essayer de mettre en valeur le gaz pendant la première année. Ce n'est qu'au cours de l'année suivante que j'ai pu me convaincre que j'obtiendrais des résultats intéressants et que je me suis mis à adapter ma chaudière à une combustion de gaz.

TA: Avez-vous eu des difficultés initiales ou pendant le fonctionnement de l'installation?

Gü: Du point de vue technique, je n'ai eu aucun problème à résoudre. La mise en train de la production de gaz fut cependant très lente et exigea env. six mois. Mais vu que je n'utilisais pas encore le gaz, cela ne m'a guère dérangé.

La recirculation du lisier m'a cependant causé des ennuis car elle libère du lisier en cours de fermentation en quantités de gaz bien supérieures que ce n'est le cas pour du lisier stationnaire. C'est ainsi que trois de mes porcs ont été asphyxiés par de l'hydrogène sulfuré (H_2S), à cause d'une recirculation trop prolongée. Depuis, j'ai pu corriger ce défaut, mais je conseille à tout futur construc-

teur d'avoir recours à une évacuation de lisier par raclette.

TA: Pouvez-vous utiliser la totalité du gaz produit dans votre fromagerie?

Gü: Oui. Sauf pendant les mois d'été lorsque des températures de 18–20° C occasionnent le double de production de gaz, le besoin en énergie est supérieur à la production de gaz. Au début, le digesteur faisait aussi office de réservoir à gaz. Si la pression dépassait le maximum réglé à 50 cm de CE par une soupape de sécurité, le surplus de gaz s'échappait. Ainsi, je perdais alors jusqu'à 40% du gaz produit surtout lorsque la fosse était pleine. C'est pourquoi j'ai installé par la suite un ballon à gaz qui capte tout le gaz produit. La pression d'alimentation indispensable au bon fonctionnement du brûleur est maintenant assurée par une soufflerie à gaz. En général, l'utilisation du gaz a lieu en deux étapes; dans la soirée, la chaudière est chauffée au biogaz à env. 110° C, puis transformée le matin suivant (en cas de besoin) en vapeur produite par du mazout afin de pouvoir porter la température du lait de fromagerie à 55° C. La caséation est achevée en utilisant à nouveau du biogaz.

TA: Vous dites que le gaz disponible pendant les mois d'été suffit aux besoins de la fromagerie. Quelle est la quantité de gaz consommée par ex. par meule de fromage d'Appenzell?

Gü: En été, j'ai besoin d'env. 450 MJ d'énergie pour transformer 1000 kg de lait en fromage, soit 1,7 m³ de gaz par meule de 70 kg (nécessitant 80 kg de lait).

En hiver, la production de gaz est non seulement insuffisante,

mais la température du lait est considérablement plus basse et le besoin en énergie calorifique correspond alors jusqu'à 750 MJ par 1000 kg de lait.

A notre dernière question posée à Monsieur Güntensperger pour savoir s'il construirait à nouveau une installation de biogaz, il répondit de façon si affirmative que son frère, également fromager et assistant à notre entretien, décida définitivement d'intégrer une installation de biogaz en assainissant prochainement sa propre étable.

(Trad. H.O.)

WI

Liste des annonceurs

Aebi & Co. SA, Berthoud	couv. 3
Agrar SA, Wil	222
AGROLA, Winterthour	couv. 4
Agro-Service SA, Zuchwil	180/220
Allamand SA, Morges	214
Althaus SA, Ersigen	178
APV, Ott frères SA, Worb	213
BEA, SAV, Herzogenbuchsee	178
Birchmeier SA, Künsten	181
Blaser & Co. SA, Hasel-Rüegsau	couv. 2
Blaser SA, Kirchberg	186
Créfinas Banque SA, St-Gall	182
Forrer Paul SA, Zurich	184
Goodyear Suisse SA, Hegnau	179
Gloor frères SA, Berthoud	220
Grêle Suisse, Zurich	218
Matra SA, Zollikofen	221
Michelin Pneus, Genève	183
Messer E. SA, Niederbipp	217/220
Müller Franz, Ruswil	182
Promot SA, Safenwil	218
Rasta SA, Morat	180
Rohrer-Marti SA, Regensdorf	177/215
Schaad frères SA, Derendingen	180
Schlegel Walter, Avenches	182
Silent SA, Dällikon	218
Vaudoise assurances, Lausanne	216
VLG, Berne	216
Wap AG, Bütschwil	213
Würgler H.-F., Affoltern a.A.	219

Capteurs solaires

Les capteurs solaires servent à rassembler de l'énergie rayonnante du soleil et à la transmettre à un milieu de transport tel que des solutions aqueuses ou de l'air. Dans la pratique agricole, leurs champs d'application les plus fréquents sont la préparation d'eau chaude et le réchauffement de l'air nécessaire au séchage du fourrage en grange.

Bien que la technique des capteurs solaires soit d'une simplicité séduisante, elle n'a pas encore pu s'implanter d'une façon entièrement satisfaisante dans la pratique agricole à cause de valeurs de radiation incidente trop faibles et des frais de construction parfois trop élevés. Sous nos latitudes, les valeurs de radiation varient considérablement. Cela est surtout dû à des périodes de mauvais temps et de brouillard. C'est ainsi que le rendement d'un bon capteur utilisé pour la préparation d'eau chaude dans des conditions normales pendant les quatre mois de mai, juin, juillet et août correspond à env. 57% du rendement calorique annuel possible, tandis que ce taux tombe respectivement à 35% pendant les périodes de transition en mars/avril et septembre/octobre et même à seulement 8% pendant les quatre mois d'hiver de novembre à février.

C'est pourquoi il est intéressant que des capteurs solaires s'avèrent particulièrement utiles lorsqu'ils sont mis en œuvre en été par ex. pour la ventilation du foin.

En vue des basses températures atmosphériques annuelles et surtout hivernales, il n'est guère surprenant que les frais occasionnés par les collecteurs soient relativement élevés.

Eau chaude obtenue au moyen de capteurs solaires

Le capteur produisant de l'eau chaude sert en premier lieu à réchauffer quotidiennement les quantités d'eau de service requises. La partie essentielle d'un capteur de ce genre est un absorbeur noir. Il transforme les rayons solaires en chaleur et transfère celle-ci à l'eau qui le traverse. Dans un système dit à thermosiphon, on monte un récipient collecteur au-dessus du capteur. L'eau chaude subit l'effet de la force thermique d'ascension, monte d'elle-même

dans le récipient mentionné et est remplacée par de l'eau froide qui passe du fond du récipient collecteur dans le capteur. Chaque prélèvement d'eau chaude provoque une pénétration d'eau froide sous pression dans le bas du récipient qui produit un trop-plein d'eau chaude et celle-ci sort par le robinet. Il importe de vider ces installations en cas de gel. Des systèmes plus compliqués comportent un circuit de capteur séparé, auquel on peut ajouter un produit antigel parce que la chaleur est alors transmise à l'eau de service au moyen d'un échangeur de chaleur.

Dès que la température de l'eau sortant de l'échangeur est supérieure à celle qui règne au niveau de l'échangeur de chaleur, une pompe de circulation met le mélange en mouvement.



Fig. 1: Capteur solaire utilisé pour la préparation d'eau chaude soumis à des tests comparatifs pratiques entrepris par la Station de recherche de Tānikon (FAT).

Les capteurs montés sur une étable ouverte dépourvue d'une façade sont orientés vers le sud à raison d'un angle de 45°.

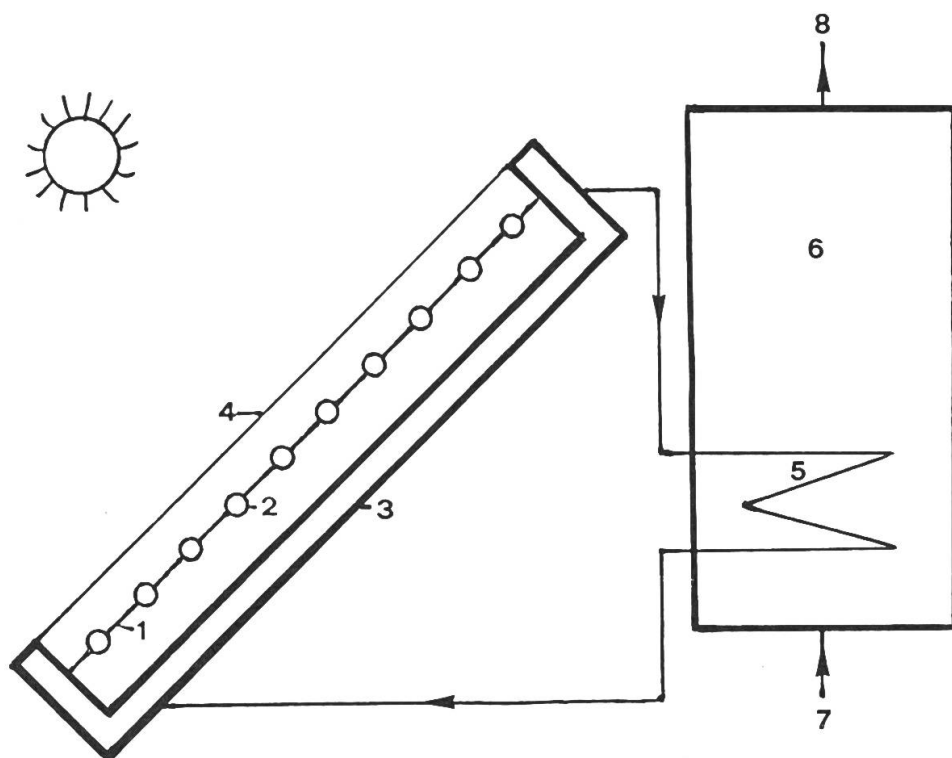


Fig. 2: Structure schématique d'un capteur solaire: L'accumulateur d'eau chaude consiste en un absorbeur (1) qui cède la chaleur solaire captée à de l'eau traversant les tuyauteries (2). Le coffrage (3) est généralement isolé et recouvert du côté du soleil avec une plaque transparente. (4) La transmission de chaleur du circuit capteur au contenu de l'accumulateur thermique a lieu dans l'échangeur de chaleur (5). 6 = Réservoir à eau, 7 = Amenée d'eau, 8 = Eau chaude prenant le chemin de l'utilisateur.

Des capteurs ordinaires se composent uniquement de l'absorbeur. Des modèles un peu plus chers sont recouverts d'une ou deux plaques transparentes (en verre ou plastique) et sont isolés sur leur côté postérieur. Ils permettent d'atteindre des températures quelque peu supérieures et de meilleurs rendements. L'adjonction d'une couche sélective (un film sur l'absorbeur qui réduit les pertes de rayonnement) améliore additionally ces capteurs. Toutefois, ces mesures augmentent les prix. Les récipients à eau chaude ont la fonction de contrebalancer l'effet de la nuit et les périodes de mauvais temps.

Les méthodes de préparation d'eau chaude qui ont fait leurs

preuves sous des latitudes méridionales ont beaucoup de peine à s'imposer dans notre pays. Bien que diverses institutions telles que universités, stations de recherche, entreprises etc. s'efforcent d'améliorer et d'optimiser des installations d'énergie solaires, nous ne sommes pas encore parvenus à pourvoir une exploitation agricole d'un système fonctionnant d'une façon vraiment satisfaisante. Les principaux obstacles qui s'opposent à une généralisation d'installation d'énergie solaire, destinée à fournir de l'eau chaude, sont les suivants:

Conditions climatiques

Les variations d'intensité de la radiation solaire ainsi que celles

des températures atmosphériques estivales et hivernales exigent un examen soigneux quant à la part d'énergie solaire utilisable pour la préparation d'eau chaude en hiver. La capacité de l'accumulateur thermique et la surface du capteur devront donc être d'autant plus grandes que le montant d'énergie requis est élevé. En été, cela entraîne nécessairement des excédents de chaleur considérables. On tente de résoudre ces problèmes d'optimisation au moyen de modèles-type et en tenant compte des frais correspondants. Le fait que le Plateau suisse soit souvent couvert de brouillard pendant plusieurs jours constitue cependant un facteur difficile à estimer.

Prix d'énergie

Le fait que l'on puisse toujours continuer à avoir recours à l'énergie fossile et électrique (sous forme de courant de nuit coûtant 5-10 centimes par kWh), exclut pratiquement la concurrence d'installations d'énergie solaire, d'autant plus qu'elles exigent généralement la présence d'une installation conventionnelle à chauffe-eau. La préparation d'eau chaude au moyen d'un capteur solaire, qui n'est toutefois pas hors de prix, mais néanmoins assez coûteuse, continuera à rester l'outil des idéalistes qui ont plaisir à se libérer de la dépendance absolue d'une consommation totale d'huile minérale et d'électricité.

Trad. H.O.

Ny

Un reportage sur les capteurs solaires pour la ventilation du foin paraîtra dans TA 7/84.

Récupération de chaleur, contenue dans l'air sortant des étables

Jusqu'ici, on chauffait en cas de besoin les locaux occupés par du bétail de rapport uniquement au moyen de mazout, de gaz ou d'électricité, sans se rendre compte que l'air sortant des étables, écuries, porcheries, etc. contient un potentiel calorifique remarquable qui permettrait de supprimer des achats de combustibles. Cette solution exige cependant la mise en œuvre d'une installation de récupération de chaleur (IRC).

Mode de fonctionnement

Ce genre de récupération de chaleur animale n'exige aucun compresseur ni liquide spécial. Un coffre généralement construit en matière plastique renferme des plaques en plastique ou en métal disposées étroitement côte à côte et éventuellement aussi des feuilles tendues ou

des petits tubes en plastique. Une construction appropriée forme deux systèmes de canalisation d'air.

Un ventilateur fait passer l'air sortant à travers le coffre de l'échangeur. Cet air chaud réchauffe les éléments mentionnés plus haut avant de sortir du bâtiment. Un deuxième ventilateur amène de l'air frais dans l'étable moyennant une propre conduite et le fait passer entre les éléments réchauffés de l'échangeur. Si cet air entrant est assez froid, il refroidit l'air sortant contenu dans l'échangeur. Il en résulte une formation d'eau de condensation. Etant donné que l'air frais se réchauffe, il se dessèche et peut donc extraire de l'humidité contenue dans l'air du local et contribue ainsi à l'amélioration du climat intérieur.

Ce système a fait ses preuves dans la pratique

Vu que la demande pour des installations de ce genre a augmenté, nous voulions savoir quelles expériences avaient été faites. Deux engraisseurs de porcs et un engraisseur de veaux décrivent les observations qu'ils ont pu faire. Vu que tous se servent de leurs installations depuis quelque temps, ils ont pu faire des expériences

concluantes. Les réponses à nos questions étaient identiques et correspondent aussi aux expériences que nous avons pu faire à l'Ecole d'agriculture de Flawil.

Est-ce que, en principe, l'emploi des IRC a rempli les attentes à l'égard d'une économie d'énergie?

Jusqu'à présent, ces attentes ont été remplies et même surpassées en partie. A condition de disposer d'effectifs de bétail suffisants, nous n'avons pas dû avoir recours à une forme quelconque d'énergie importée. C'est uniquement la consommation de courant nécessaire à l'actionnement des ventilateurs qui a subi une légère augmentation parce que les volumes d'air propulsés sont désormais bien supérieurs. Cet excédent de consommation est cependant plus que compensé par les éco-

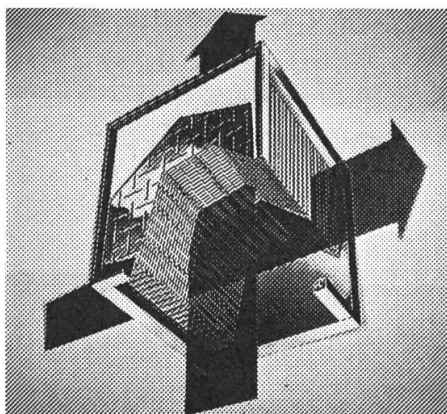


Fig. 1: Echangeur de chaleur à courant inversé.

Tableau 1: Production de chaleur par tête de bétail

Porc à engrais	60 kg	150 Watt
	100 kg	220 Watt
Porc d'élevage	200 kg	360 Watt
Truie allaitante	250 kg	400 Watt
Veaux	100 kg	250 Watt
	150 kg	370 Watt
Poussins	0,3 kg	2,8 Watt
Poules à engrais	1,5 kg	9 Watt
Vaches laitières	600 kg	900 Watt

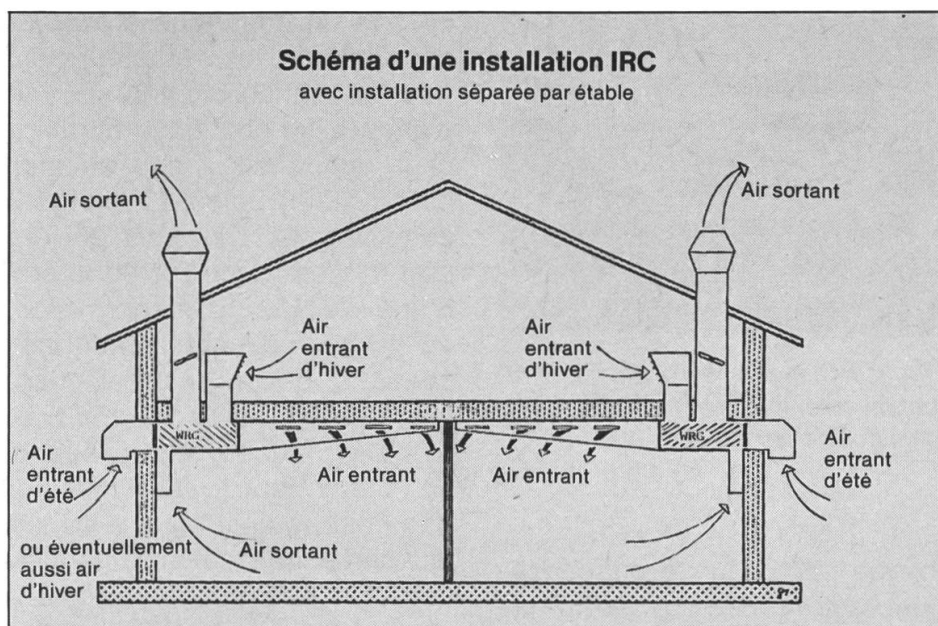
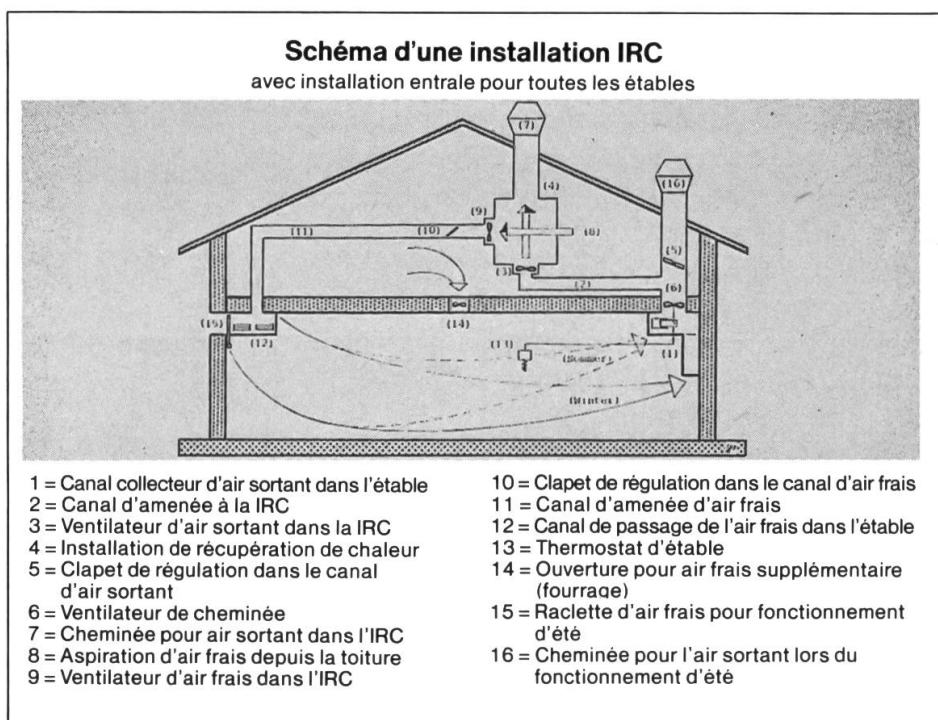


Fig. 2a et b: Schéma d'une IDRC (1 étables ou porcheries).



nomies d'énergie réalisées. Un préchauffage des locaux et une majoration éventuelle de la charge de base du chauffage ne peuvent pas être évités pour le menu bétail. Dans la suite, la chaleur animale émise par le troupeau suffit au besoin. Sous ce rapport, le degré d'efficacité

de l'isolation des locaux joue un rôle décisif.

Remarque: le propriétaire d'une grande exploitation nous a déclaré dernièrement qu'il a pu économiser plus de 10'000 l de mazout depuis l'aménagement des IRC dans tous les locaux d'élevage.)

Est-ce que le climat intérieur des locaux d'élevages s'est modifié depuis l'introduction des IRC?

Pour des chauffages dits «normaux» des étables d'élevage et pendant un hiver rigoureux, on n'admet que les quantités d'air absolument indispensables afin de limiter la concentration de substances nocives. Une admission supérieure d'air frais causerait une augmentation incommensurable des frais d'énergie. Une IRC permet par contre de faire circuler davantage d'air dans un local d'élevage parce que l'air sortant chaud réchauffe l'air entrant froid et que, par conséquent, aucune consommation majeure d'énergie importée n'est nécessaire. Vu que l'air entrant est relativement sec, le local peut être asséché plus complètement. La composition de l'air intérieur s'améliore et devient profitable à la santé des animaux. Des erreurs de construction et des défauts d'isolation ne peuvent cependant pas être supprimés radicalement.

Qu'en est-il de la manœuvrabilité des IRC?

Il importe beaucoup que l'on connaisse à fond le mode de fonctionnement d'une installation de ce genre. Vu que ces installations sont basées sur des ventilateurs d'air entrant et sortant, on parvient mieux à résoudre les problèmes de ventilation connus. Le réglage des débits d'air exige un peu de doigté. En général, une légère suppression est avantageuse, soit plus d'air entrant que d'air sortant. Les installations les plus récentes sont pourvues de commandes très satisfaisantes. La température ambiante du lo-

cal dépend de leur réglage et exige initialement une bonne observation des circonstances. Après cette mise au point du début, la conduite des installations est facile parce qu'elles ne comportent point d'éléments mobiles à part les ventilateurs. Grâce aux nouveaux développements de l'électronique et aux expériences faites lors de l'emploi d'installations analogues, la surveillance et le contrôle des divers facteurs d'influence s'améliorent de plus en plus.

L'air sortant contient des impuretés très tenaces. Causent-elles des problèmes?

Le débit d'air et l'efficacité du chauffage dépendent de la propreté des éléments de l'échangeur. Une adhésion d'impuretés peut être prévenue en espaçant suffisamment les éléments de l'échangeur, soit à raison d'environ 10 mm. C'est un fait que la poussière emportée par l'air sortant et humectée par l'eau de condensation peuvent causer une pollution gênante. A notre avis, cela constitue le point faible principal des échangeurs. Une planification correcte de ces appareils est importante, et chaque modèle devrait comporter un dispositif de lavage qui s'enclenche automatiquement selon des intervalles d'une durée prédéterminée. De cette façon, l'encrassement ne serait jamais excessif et la sécurité de fonctionnement serait toujours assurée. Bien qu'il soit possible de retirer facilement l'élément échangeur de son carter, on sait que l'on ne procède pas chaque semaine à des lavages au tuyau ou au nettoyer à haute pression. C'est pourquoi l'installation de ce dispositif adéquat pas trop coûteux est indiquée. L'autonet-

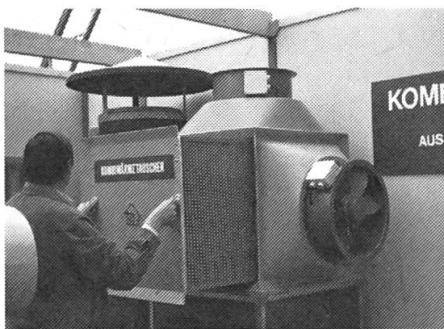


Fig. 3: Echangeur de chaleur à courant inversé consistant en plaques de plastique démontables.

toyage par l'eau de condensation tant prônée ne suffit pas dans la plupart des cas.

Quelles performances de chauffage ou quelles augmentations de température peuvent être obtenues avec une installation de ce genre?

En principe, de nombreux facteurs entrent en jeu. Selon la surface de l'échangeur, les volumes d'air traités et les températures de l'air sortant et entrant, on peut réaliser des augmentations de température d'env. 10°C qui peuvent cependant varier selon les conditions atmosphériques. L'installation est d'autant plus efficace que l'air entrant est froid et que l'air sortant est chaud.

Un exemple: En cas de différences de température et d'effets d'isolation correspondants, une centaine de porcs d'engraissement pourraient réchauffer la quantité d'air frais requise d'env. 10°C.

Est-ce que le rapport entre les dépenses supplémentaires et l'augmentation du rendement est favorable?

Il faut se rappeler que tout système de chauffage différent, que

ce soit un chauffage à mazout comportant des radiateurs ou des serpentins montés sous le plancher, un chauffage de plancher ou un chauffage au gaz, coûte une somme d'argent considérable. Ces frais doivent être mis en rapport avec le prix d'une IRC. Un chauffage à charge de base éventuellement nécessaire devrait naturellement aussi être pris en considération. Les expériences faites jusqu'ici ne permettent pas d'indiquer des chiffres uniformes à ce sujet, parce que chaque installation doit être projetée séparément. Mais si on porte en compte l'économie d'énergie réalisée ainsi que l'amélioration du climat des locaux et l'élargissement de l'indépendance d'éner-

Lors de la construction d'une IDRC, on devrait tenir compte des conseils suivants:

- insister sur un emploi de matériaux anticorrosifs,
- assurer un espace de 8-10 mm entre les éléments de l'échangeur,
- choisir un échangeur pas trop pesant,
- attribuer beaucoup d'importance à une construction facilitant et simplifiant les travaux d'entretien et les réglages et prévoir l'adjonction d'un dispositif de nettoyage automatique,
- poser des tubulures aussi courtes que possibles, bien isolées et munies de soutiens de rinçage,
- préférer des ventilateurs axiaux,
- veiller à ce que le rapport entre le débit d'air maximal (m³/h) et la surface de l'échangeur de chaleur corresponde à env. 50-100 litres,
- simplifier autant que possible le système de commande,
- veiller à un service après-vente assuré par le constructeur.

gie importée, il est parfaitement possible d'arriver à une durée d'amortissement raisonnable de l'installation (8 ans et plus). Exception faite des ventilateurs, on peut s'attendre à un taux d'usure particulièrement bas dû à une longue durée de vie utile du reste de l'installation. C'est pourquoi la rentabilité devrait s'avérer intéressante. Selon une enquête faite auprès des constructeurs des installations en question, un système complet coûterait entre 3.- et 3.50 francs par m³ d'air débité par heure.

Auriez-vous à nouveau recours à une IRC et quelles recom-

mandations pourrez-vous faire à nos lecteurs?

Le développement incessant de la technique améliorera assurément les installations existantes ça et là. En vue des expériences positives que nous avons pu faire, nous n'hésiterions pas à acquérir une installation analogue. Sa planification exige certaines connaissances relevant de la technique de l'air et des problèmes de réglage. C'est pourquoi on devrait confier tout projet à un fournisseur expérimenté qui serait toujours disponible en cas de complications survenant après l'aménagement de l'installation.

Il est aussi à conseiller de contacter d'autres propriétaires d'IRC. Enfin, le manoeuvre de l'installation devrait tenter de s'initier à fond aux processus de fonctionnement. Cela peut être à la fois fort intéressant et utile.

A part cela, on s'assurera que les ouvertures d'insufflations et de succion du local ne causent point de courant d'air atteignant les animaux en stabulation, mais assurant néanmoins une élimination satisfaisante du gaz nocif. Après tout, l'état de santé du troupeau prime les économies d'énergie!

Trad. H.O.

Gst

Microcentrale hydro-électrique sur la Baumine VD

Un exemple pratique de production d'électricité décentralisée

L'énergie hydraulique fournie par les ruisseaux et petits cours d'eau est l'une des plus anciennes formes d'énergie exploitée dans notre pays. Témoins en sont tous les anciens moulins qui jalonnent nos rivières et dont certains ont conservé jusqu'à nos jours leur grande roue à aubes.

Avec l'apparition d'une énergie bon marché durant ces dernières décennies, bon nombre de ces installations ont été mises hors service ou abandonnées, les frais d'exploitation et d'en-

tretien n'étant plus en rapport avec le prix de l'électricité.

Nous assistons actuellement à un renversement de tendance dans l'évolution des prix de l'électricité, dû principalement au coût de construction élevé des nouvelles centrales.

Ces facteurs rendent intéressante la remise en état d'anciens moulins, voire la construction de nouvelles micro-centrales pour la production d'électricité. Ceci d'autant plus que les ouvrages de génie-civil tels que prise d'eau, bâtiment, coûteux à la construction sont souvent existants.

Nous allons tenter de cerner quelques problèmes pratiques rencontrés dans ce type d'installation à l'aide d'un exemple pratique, une microcentrale hydro-électrique construite en 1982 sur la Baumine, petite rivière du pied du Jura.

Entretien avec le propriétaire de la microcentrale *)

TA: Quelles raisons ont incité le propriétaire à entreprendre cette réalisation?

Réponse *): Un intérêt certain pour les problèmes écologiques et énergétiques, avec le désir de

Fig. 1: Fonctionnement en parallèle sur le réseau

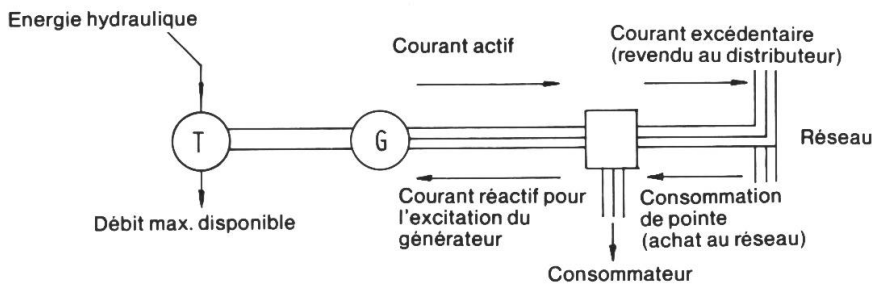


Fig. 2: Fonctionnement autonome, régulation vitesse-débit

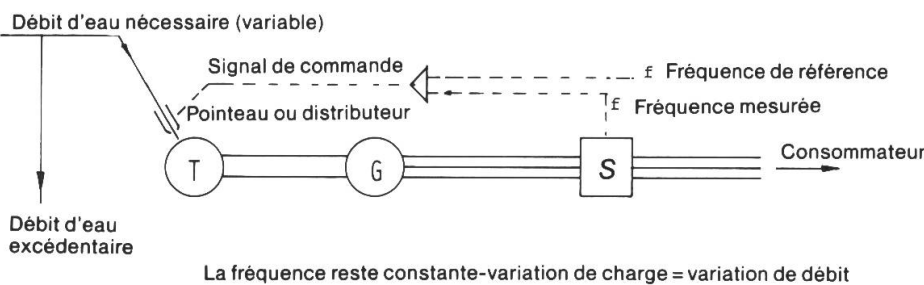
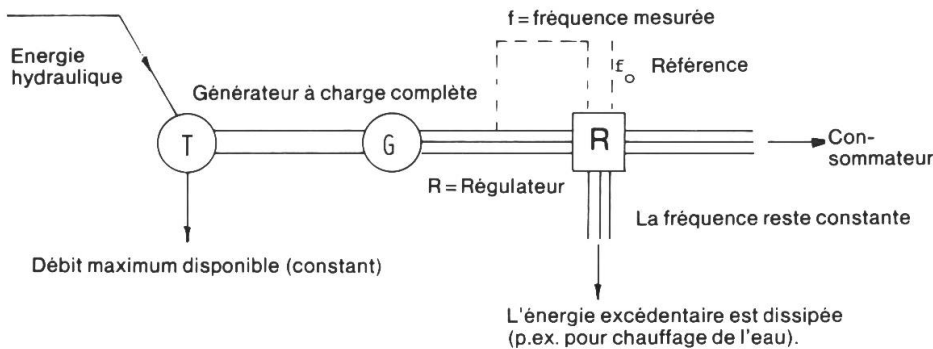


Fig. 3: Régulation vitesse-charge



les aborder sur le plan concret; la proximité d'un ruisseau et la présence, sur sa propriété, d'un bâtiment ayant abrité autrefois une scierie alimentée en énergie par une roue à eau.

*) Tout au long de l'entretien, vous allez certainement remarquer l'absence du nom du propriétaire de l'installation. Nous respectons son vœu de ne pas être mentionné.

TA: Quelles ont été les premières démarches dans l'étude de cette installation?

Réponse: Une telle entreprise ne peut pas être décidée sans la perspective de sa rentabilité. Aussi était-il primordial d'évaluer avec le plus de précision possible le potentiel énergétique du ruisseau. C'est pourquoi le propriétaire a effectué lui-même des mesures de débit pendant 18 mois, afin de pouvoir

établir une courbe des débits classés. Ce travail permet alors à l'ingénieur non seulement d'effectuer le calcul de rentabilité mais aussi de dimensionner correctement les installations. Parallèlement, l'ingénieur mandaté à étudié le marché des turbines de petite puissance et procédé à une évaluation de l'énergie électrique consommée par le propriétaire.

TA: Quelles ont été les premières constatations?

Réponse: Le régime du ruisseau est très irrégulier, avec des débits importants au printemps (fonte des neiges), et en fonction des précipitations durant les autres saisons. Pendant les grands froids et par temps sec en été, la quantité d'eau, en tenant compte du débit résiduel obligatoire, est insuffisante pour faire fonctionner la turbine. Le potentiel de production d'électricité ne permettait en fait qu'un investissement limité pour que soit assurée la rentabilité à long terme.

La consommation du propriétaire était en outre bien inférieure à la production du générateur. Enfin, l'étude de marché avait montré que les groupes hydro-électriques disponibles étaient trop coûteux ou mal adaptés aux débits variables observés.

TA: A quelles conditions pouvait être assurée la rentabilité de l'installation?

Réponse: La rentabilité pouvait être assurée si:

- Le rachat des excédents d'électricité produite par le distributeur se situait à un niveau raisonnable. A noter que rachat implique fonctionnement en parallèle sur le réseau.

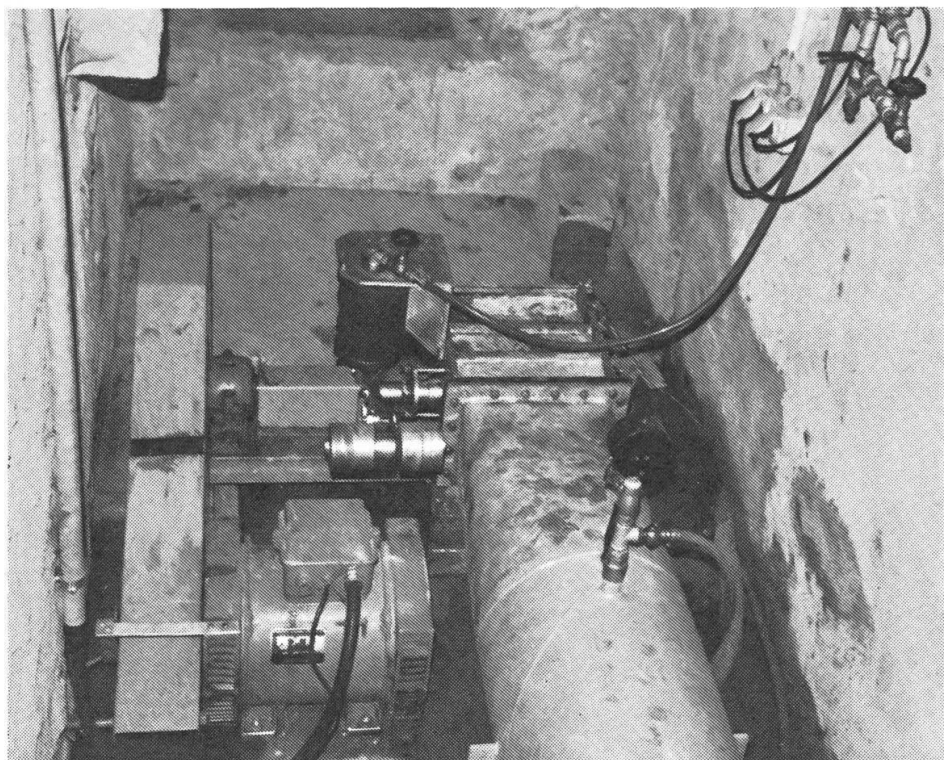


Fig. 4: Vue de la turbine et du générateur.

- Le coût des installations, groupe hydro-électrique et sa régulation en particulier, n'était pas trop élevé.
- La turbine pouvait s'adapter facilement et automatiquement à des débits variables.

TA: Ces conditions ont-elles dû être remplies?

Réponse: – Concernant le rachat des excédents:

Le principe du rachat du courant avait déjà été accepté par le distributeur pour d'autres formes de production d'énergie décentralisée (biogaz). Bien que la situation soit ici plus favorable que dans d'autres cantons, le prix de rachat est encore jugé trop bas étant donné que le distributeur n'a aucun frais d'investissement ou d'entretien sur ces micro-centrales et que les lignes sont financées par les taxes de raccordement payées par le propriétaire.

– Concernant la turbine:

Aucune machine bien adaptée aux conditions locales n'étant disponible sur le marché, l'ingénieur a proposé de développer lui-même une turbine de type «à flux traversant» avec régulation et tableau de commande, ceci en collaboration avec des entreprises locales. Le prix de fabrication s'inscrivait dans le cadre de l'investissement admissible.

Le projet a d'ailleurs été jugé intéressant par l'Etat de Vaud qui lui a accordé en soutien financier dans le cadre des aides sélectives.

TA: Quelles ont été les formalités à remplir vis-à-vis des autorités?

Réponse: Il s'agit des formalités suivantes:

- Mise à l'enquête publique de la construction (prise d'eau, conduite forcée, transformation du bâtiment).
- Demande de concession pour l'utilisation du cours d'eau, ce qui nécessite une mise à l'enquête publique séparée.

Il n'y a pas eu d'opposition sur le plan local. Les services cantonaux ont donné leur autorisation en tenant compte de la bonne intégration au site du projet présenté et à la condition qu'un débit résiduaire de 50 L/sec. soit garanti.

TA: Quelles ont été les exigences du distributeur d'électricité?

Réponse: Le distributeur a émis des prescriptions précises sur la marche en parallèle du générateur asynchrone, le traitement du courant réactif et la manière de réaliser le tableau de montage.

Sur le plan financier, le propriétaire a dû s'acquitter:

Caractéristiques de la microcentrale

Lieu:	Baumine, canton de Vaud
Chute brute:	H = 9mCE
Débit nominal:	Q = 200 L/sec
Turbine:	flux traversant FT 300/300
Générateur:	asynchrone, 13 kW maximum, 11 kW nominal
Fonctionnement:	automatique, en parallèle sur le réseau avec revente du courant excédentaire au distributeur local.
Auteur du projet:	J.-M. Chappalaz, Ing. EPFL, 1445 Vuitebœuf (VD)

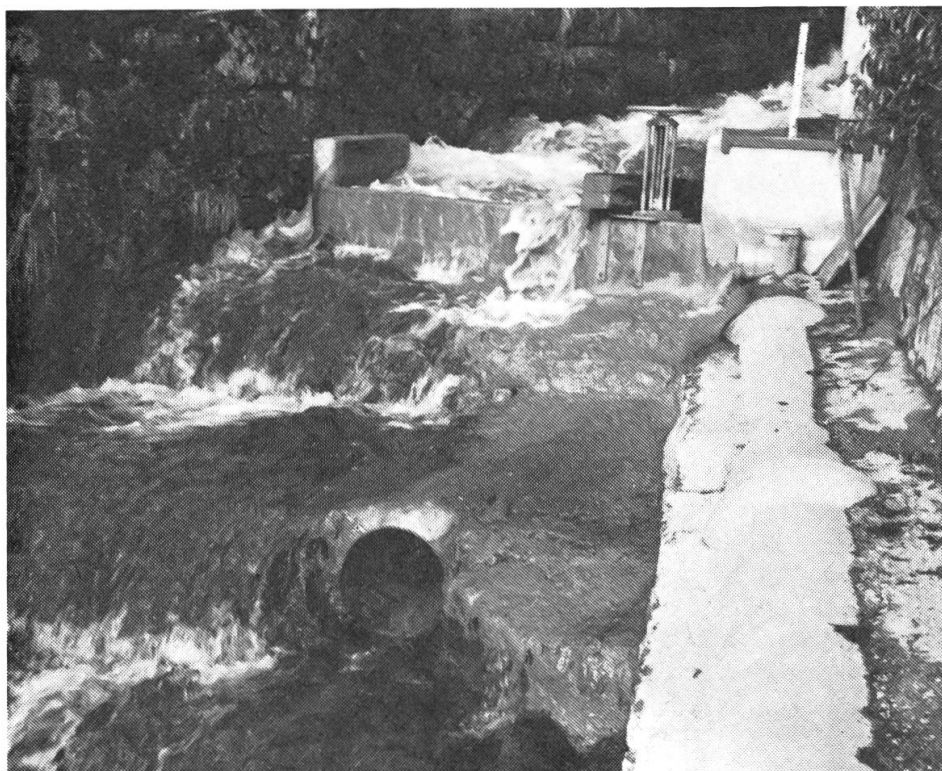


Fig. 5: Prise d'eau.

- d'une taxe fixe pour l'augmentation de la puissance raccordée (renforcement des fusibles d'entrée, compte tenu de la puissance du générateur),
- des frais causés pour l'approbation et le contrôle du tableau électrique par l'Inspektorat Fédéral des Installations à Courant Fort.

TA: Comment s'est déroulée la construction?

Réponse: Les installations électro-mécaniques n'ont pas posé de problème particulier. Dans le secteur génie-civil, il a été plus difficile de maîtriser les coûts. Les solutions économiques recherchées dans l'étude ont été à l'origine de problèmes de détail (étanchéité par ex.) dont la correction a entraîné des coûts supplémentaires. Il faut être

conscient que, pour les faibles investissements en jeu, des petits travaux complémentaires prennent tout de suite importance.

TA: Quelles ont été les difficultés rencontrées durant la première année de fonctionnement?

Réponse: La turbine, bien que prototype, n'a nécessité que des améliorations de détail. Les principaux problèmes rencontrés concernaient la prise d'eau: au printemps, lors de la fonte des neiges, le débit du ruisseau devient énorme et l'eau entraîne avec elle quantité de corps étrangers tels que branches, feuilles, cailloux, gravier. La crue, extrêmement violente en 1983, a complètement submergé la grille de la prise d'eau; en automne, l'afflux de feuilles mortes exige un nettoyage qua-

si permanent de la grille, impossible à réaliser manuellement. Le coût d'un dégrilleur mécanique étant prohibitif, il a été étudié un système autonettoyant réalisé par la pose d'une grille horizontale. Cette solution techniquement satisfaisante a permis d'éliminer à peu de frais les problèmes rencontrés au printemps et en automne.

En conclusion

Après une année d'exploitation, et en tenant compte des améliorations apportées à l'installation, nous constatons que celle-ci ne demande que peu de surveillance et d'entretien. La technologie actuelle, spécialement dans le domaine électrique, permet d'automatiser une micro-centrale à un coût raisonnable et de limiter l'intervention de l'exploitant à un contrôle visuel quotidien. ICH

«TECHNIQUE AGRICOLE»

Administration: Secrétariat central de l'Association suisse pour l'équipement technique de l'agriculture – case postale, 5223 Riniken AG.
Adresse postale de la Rédaction «Technique Agricole»: case 210, 5200 Brougg AG.
Régie des annonces: Annonces Hofmann SA, Case 229, 8021 Zurich, Tél. 01 - 207 73 91.
Prix de l'abonnement frs. 28.- par an.
Gratuit pour les membres de l'ASETA.
Paraît 15 fois par an.
Droits de reproduction réservés.
Imprimerie et expédition:
Schill & Cie SA, 6002 Lucerne.
Annonces Hofmann SA, Case 229, 8021 Zurich, Tél. 01 - 207 73 91

Le numéro 7/84 paraîtra le 10 mai 1984

Dernier jour pour les ordres d'insertion: 19 avril 1984

Annonces Hofmann SA, Case 229, 8021 Zurich, Tél. 01 - 207 73 91