

Fromage à raclette avec protéines sériques*

A. THOMET, H. P. BACHMANN et K. SCHAFFROTH, Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP), Schwarzenburgstrasse 161, CH-3003 Berne

 E-mail: andreas.thomet@alp.admin.ch
Tél. (+41) 31 32 32 652.

Résumé

L'incorporation de protéines sériques dans la matrice des fromages à pâte mi-dure constitue un objectif largement répandu de la recherche fromagère. ALP a développé un nouveau procédé attractif permettant d'incorporer des protéines sériques dans le fromage à raclette. Ce nouveau procédé permet de fabriquer du fromage à raclette disposant de bonnes aptitudes pour la fonte et un affinage de qualité. Le lait cru subit un traitement thermique avant la fabrication du fromage proprement dite. Il est ensuite partiellement concentré à l'aide d'une microfiltration à environ 17% de MS. Les conditions optimales de pasteurisation pour le pré-traitement du lait se situent, pour un temps de chauffage de 30 secondes, entre 80 °C (qualité optimale) et 85 °C (rendement maximal).

Introduction

Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP), la station fédérale de recherches en production animale et laitière, a examiné, lors d'essais pratiques (THOMET et BACHMANN, 2003), l'utilisation de la méthode de microfiltration (MF) pour standardiser le lait de chaudière, son impact sur la composition chimique de ce dernier ainsi que sur les propriétés qualitatives et d'affinage et sur l'aptitude à la fonte des fromages à pâte mi-dure (de type raclette). La concentration partielle effectuée à l'aide de la technologie par MF (THOMET *et al.*, 2004) présente des avantages pour la standardisation du produit, de meilleurs taux de transfert des matières grasses et des protéines (augmentation du rendement), ainsi que des avantages sur le plan qualitatif (pâte, goût, aptitude à la fonte). Cette technique permet aussi de diminuer les coûts des adjuvants et de

mieux utiliser les investissements pour les installations.

L'étape suivante des recherches consiste à explorer les possibilités et limites de l'ajout de protéines sériques dans des fromages à base de «lait MF» partiellement concentré. Le traitement thermique du lait de fromagerie avant la microfiltration semble prometteur en la matière.

Incorporation de protéines sériques dans le fromage

Les protéines lactiques se révèlent particulièrement intéressantes en raison de leurs propriétés fonctionnelles (impact sur les propriétés du produit, la technologie et l'affinage). Elles sont très précieuses du point de vue nutritionnel et possèdent une grande capacité de rétention d'eau. C'est la raison pour laquelle elles sont utilisées dans de nombreux groupes de produits tels que l'alimentation des nourrissons et des sportifs, les aliments diététiques, les alicaments, les produits laitiers, les viandes, les crèmes

glacées, les boissons non alcoolisées (THOMET, 2001). Par rapport aux autres méthodes de séparation, la récupération des protéines sériques par filtration présente l'avantage de les maintenir à l'état naturel pour la plupart.

Pour de nombreuses raisons (rendement, liaison de l'eau, amélioration de la texture, nutrition), l'incorporation de protéines sériques constitue un objectif clair de la recherche fromagère. Jusqu'à présent, les fabricants de fromage pouvaient choisir entre quatre technologies différentes pour incorporer des protéines sériques dans la matrice du fromage:

1. **Incorporation de sérac dans le lait de chaudière (technologie «ricotta»):** les travaux de BACHMANN (2002) montrent les conséquences positives (qualité, rendement, teneur en eau) de l'intégration de protéines sériques (PS) dans le lait par l'ajout de sérac au lait de chaudière. Les PS ajoutées engendrent une pâte de fromage tendre, souple, et sont dotées d'une capacité élevée de rétention d'eau. Cette technique est particulièrement appropriée pour la fabrication artisanale de bons fromages à pâte mi-dure avec une teneur réduite en matière grasse.
2. **Ajout de protéines sériques particulées (en poudre ou en concentré) au lait de chaudière:** la Technische Universität de Munich (SCHREIBER *et al.*, 1998; STEFFL, 1999) a développé une méthode pour incorporer des protéines sériques particulées dans les fromages à pâte molle et mi-dure.
3. **Fabrication de fromages à base de lait ultrafiltré (UF, concentration partielle ou complète des protéines sériques):** de nombreux procédés

*Traduction de l'article «Raclettekäse mit Molkenprotein – innovativ und wirtschaftlich» paru dans *Agrarforschung* 11 (7), 268-273, 2004.

(FIL-IDF, 1989) sont utilisés depuis des années au sein de la branche fromagère. La concentration partielle par ultrafiltration (pores de 5 à 50 nm) a fait ses preuves pour la fabrication de fromages à pâte molle et de fetas. Grâce à un traitement thermique du lait de chaudière UF, il est possible de transférer une partie des PS dans le fromage.

4. **Ajout de caséine en poudre au lait de chaudière:** depuis quelques années, des caséines en poudre spécialement fractionnées, avec une proportion définie de protéines sériques, sont disponibles sur le marché. Ces poudres de protéines sont très appropriées à la standardisation de lait de chaudière et permettent d'améliorer le rendement fromager.

La plupart de ces quatre technologies nécessitent plusieurs opérations, couplées à des phases de processus coûteuses et gourmandes en énergie, dont quelques-unes ne sont pas toujours synchronisées avec le processus de fabrication du fromage. Une simplification du processus d'incorporation des protéines sériques serait tout à fait bénéfique pour les fabricants de fromages artisanaux et industriels.

Développement des phases du processus

Le fractionnement des protéines à l'aide d'une membrane de 0,1 µm est de plus en plus pratiqué dans l'économie laitière (MAUBOIS, 2001). Le rétentat du lait après la filtration est un concentré de caséine doté d'une très petite part de protéines sériques. La plupart des protéines sériques demeurent dans le perméat. Dans la littérature, on trouve peu d'informations au sujet du fractionnement du lait traité thermiquement avant la filtration. Le but véritablement recherché du point de vue technologique pourrait s'exprimer de la manière suivante: *dénaturer partiellement les protéines sériques (formation d'agrégats) au moyen d'un traitement thermique ciblé; ainsi, les agrégats de protéines sériques sont concentrés durant la microfiltration et incorporés dans la matrice du fromage lors de la coagulation.*

Une précédente étude d'ALP (THOMET et BACHMANN, 2003) a examiné le développement et l'optimisation des étapes de filtration et de la recette. La teneur en protéines et en matière grasse du lait de chaudière partiellement concentré (MS de l'ordre de 17%) s'élevant à chaque fois à 6% est standardisée pour toutes les variantes d'essai.



Fig. 1. Traitement thermique avec l'installation-pilote développée par Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP) (système tubulaire flexible; débit 100 l/h).

Les structures de l'essai et celles des travaux de recherche d'ALP diffèrent uniquement par le traitement thermique du lait cru avant la microfiltration. Les variantes d'essai sont les suivantes:

- > 70 °C (30 sec.)
- > 75 °C (30 sec.)
- > 80 °C (30 sec.)
- > 85 °C (30 sec.)
- > 90 °C (30 sec.)

Le traitement thermique (pasteurisation) du lait s'effectue au moyen d'un système tubulaire continu (fig. 1).

Lors de la filtration qui suit, on parle d'un processus du domaine de la microfiltration avec un filtre muni de pores

d'une grandeur de 0,1 µm (= 100 nm). L'installation-pilote d'ALP utilisée pour effectuer les essais MF (Tetra Pak AG, type Alcross M) est équipée d'un système UTP (*Uniform Transmembrane Pressure*) et se prête très bien à la séparation des micelles de caséine et des protéines sériques (THOMET et BACHMANN, 2003). Les grosses molécules de matière grasse et de caséine restent dans le rétentat et sont concentrées. Si les protéines sériques subissent un traitement thermique avant la filtration et s'agglomèrent en molécules trimères et polymères, conformément au modèle présenté (fig. 2), ou sont déjà liées aux

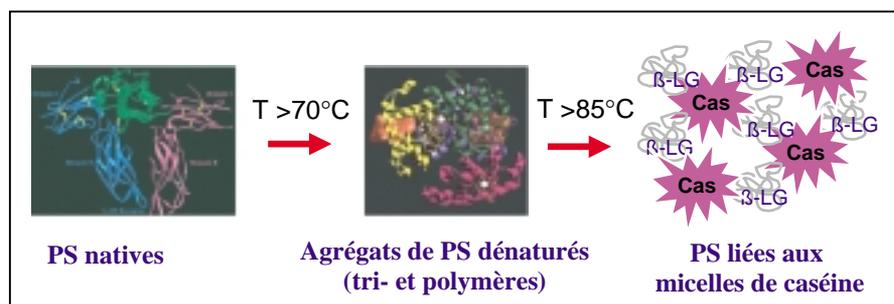


Fig. 2. Processus de dénaturation des protéines sériques (PS). Représentation d'un modèle (ALP).

molécules de caséine, celles-ci sont concentrées dans le rétentat (= lait de chaudière). Grâce à ces étapes, il est possible de procéder à un enrichissement sélectif des protéines sériques contenues dans le concentré MF. En fonction du traitement thermique, ce procédé permet désormais de régler relativement bien la quantité de PS dans le lait de chaudière et dans le fromage.

Transfert de protéines dans le fromage

A partir d'une température de 75 °C, les protéines sériques dénaturées forment de premiers agrégats, ce qui engendre des complexes de protéines sériques dont les particules sont plus grandes, au lieu de former des molécules de protéines sériques simples (voir modèle conformément à la figure 2). Lors du traitement MF, ces PS sont partiellement concentrées. Cela débouche sur une diminution de la proportion de caséine dans le lait de chaudière partiellement concentré.

Les quantités mesurées de protéines sériques natives dans le lait de chaudière traité et concentré sont nettement plus élevées que dans le lait non traité. A partir de 85 °C, la quantité de PS croît de manière dynamique (fig. 3) car de plus en plus d'agrégats de PS dénaturés se lient aux micelles de caséine (WONG, 1996). Ces protéines dénaturées sont déterminées en tant que fraction de caséine lors des analyses d'azote (méthode de Kjeldahl). Avec une température de 90 °C, la proportion de PS liées à la caséine est tellement élevée que, malgré une concentration en protéines plus élevée, le lait ne coagule pas bien lors du caillage par la présure. Plus la dénaturation thermique augmente, plus la part de PS dans le lactosérum diminue.

Rendement et pertes

En raison de l'incorporation de protéines sériques, le poids et la teneur en eau du fromage augmentent nettement, comme le montre la figure 4. Dans le fromage mûr, les quantités totales de matière grasse, de protéines brutes et de MS sont relativement constantes dans les procédés jusqu'à 85 °C. La variante à 90 °C se différencie nettement par la composition chimique du fromage (pourcentage de matière grasse et donc de MS fortement réduits).

Les quantités calculées de protéines sériques (PS) donnent des informations significatives: à partir de 70 °C déjà, on trouve des protéines sériques dans le

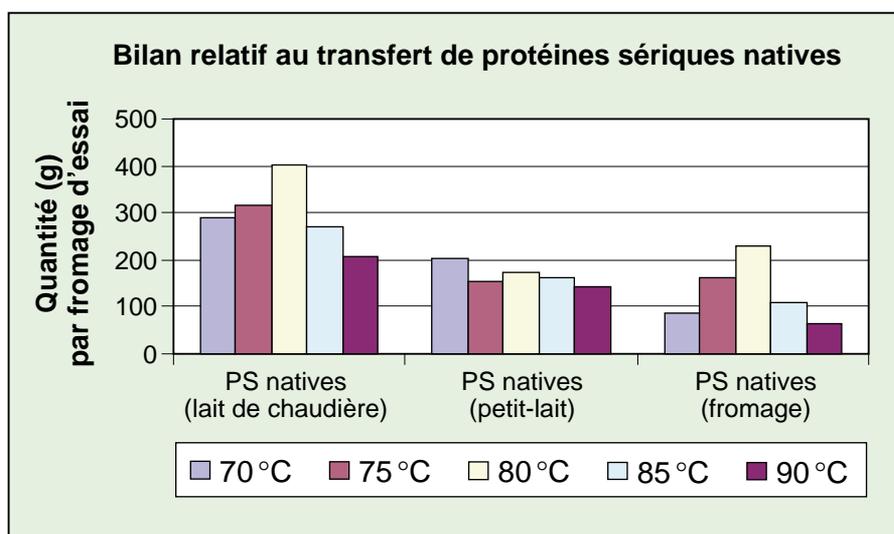


Fig. 3. Incorporation de protéines sériques dans la matrice du fromage.

fromage. Lors d'un traitement du lait par MF de 75 à 85 °C, on arrive à transférer entre 100 et 200 g de PS (natives ou dénaturées) par fromage (fig. 3). Grâce à leur grande capacité de rétention d'eau, les protéines sériques ont une grande influence sur cette teneur en eau mais également sur les propriétés de la pâte. Jusqu'à 85 °C, la part calculée de PS dans le fromage augmente progressivement. Il s'agit vraisemblablement d'agrégats de PS dont les particules sont plus grandes (3-15 µm) et qui peuvent pour cette raison être incorporés dans la matrice du fromage (STEFFL, 1999). Les liaisons de PS aux micelles de caséine sont encore peu fréquentes dans ces variantes d'essai. A partir de 85 °C, la part de PS diminue

nettement: elles sont de plus en plus dénaturées par le traitement thermique et se lient ainsi davantage aux caséines. Les rendements obtenus, de l'ordre de 10,5% et plus pour le fromage à raclette issu de lait de chaudière partiellement concentré avec 6% de protéines, sont très bons par rapport au fromage à raclette issu de lait MF sans traitement thermique (THOMET et BACHMANN, 2004) ou fabriqué de manière traditionnelle. Si l'on se base sur les résultats des bilans de masse (fig. 4) et sur le transfert des protéines, l'optimum pour le traitement thermique du lait de chaudière MF, sous l'angle du rendement en protéines, en matière grasse et MS, devrait se situer à une température de 85 °C.

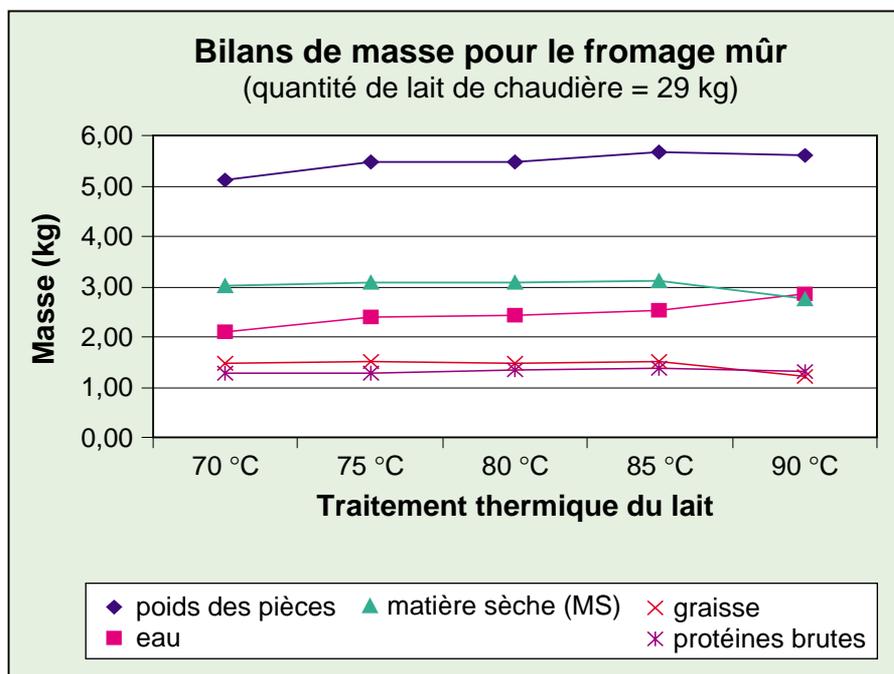


Fig. 4. Quantités totales des composants principaux dans le fromage mûr (90 jours).



◁ Fig. 5. Vues en coupe des cinq fromages d'essai à 90 jours.

▽ Fig. 6. Les fromages deviendront-ils plus savoureux grâce aux protéines sériques?



Impact des protéines sériques sur la qualité du fromage

Comme l'indiquent déjà les résultats relatifs à la composition chimique du fromage, la fermentation lactique et l'affinage du fromage, il est possible d'effectuer un prétraitement thermique du lait cru de 80 à 85 °C avant la concentration par MF sans que cela engendre de graves pertes au niveau des propriétés qualitatives et sur l'aptitude à la fonte des fromages. L'optimum pour les critères de qualité se situe à 80 °C. Un prétraitement thermique du lait à une température dépassant 85 °C n'est pas recommandé pour des raisons de qualité. La photo des fromages en coupe (fig. 5) montre les bonnes propriétés qualitatives des fromages d'essai 1 à 4 (70 à 85 °C) quant à la forme, à la pâte et à l'ouverture.

Les résultats des analyses sensorielles sont très révélateurs. Jusqu'à une température de 85 °C y compris, les fromages d'essai MF ont obtenu des notes de qualité bonnes à suffisantes. Le fromage d'essai du niveau de température de 90 °C présente des propriétés qualitatives nettement moins bonnes. La coagulation et la synérèse du caillé insuffisantes, la teneur en eau trop élevée qui en découle ainsi que la teneur en matière grasse trop basse dans le fromage ont débouché sur des critères de qualité insuffisants en matière d'ouver-

ture, de pâte et de goût. Les aptitudes à la fonte diffèrent (THOMET *et al.*, 2004) en fonction du degré d'incorporation et de dénaturation des PS dans la matrice du fromage. La structure et la consistance des fromages à raclette fondus évoluent de façon identique à la consistance de la pâte, devenant plus courtes et plus molles lorsque la teneur en eau est élevée et que la part de PS dans le fromage augmente. D'autres essais sont nécessaires afin d'optimiser la viscosité des fromages à raclette fondus.

Application intéressante au niveau pratique?

Grâce à un prétraitement thermique contrôlé du lait cru, il est possible d'incorporer une quantité définie de protéines sériques dans la matrice du fromage (fig. 3). Plus il y a de protéines sériques (PS) dans le lait, plus la teneur en eau dans le «fromage MF» augmente. Les principaux effets sont comparables à ceux que décrivent BACHMANN et SCHAFROTH (2002), dans l'étude d'ALP intitulée «Incorporation de sérac dans le lait de chaudière». Avec les installations de fabrication usuelles, il est possible de transformer du «lait MF» partiellement concentré jusqu'à une MS de 15 à 17% sans avoir à effectuer de corrections techniques importantes. Pour le prétraitement du lait, les fabricants de fromages à partir de «lait MF» partiellement concentré devraient donc

choisir des températures de pasteurisation (avec un temps de chambrage de 30 secondes) entre 80 °C (optimum de qualité) et 85 °C (rendement maximal). En utilisant la technologie présentée, le nouveau procédé peut être utilisé pour la fabrication de fromages à pâte molle et mi-dure. Il est important que les entreprises de transformation calculent correctement en fonction du produit et qu'elles appliquent de manière exacte les courbes de traitement du lait de fabrication avant les étapes de la filtration. Outre un meilleur rendement, les protéines sériques incorporées dans la matrice du fromage permettent d'apporter de nettes améliorations sur le plan qualitatif dans la texture et le goût du fromage (BACHMANN, 2002). Les avantages au point de vue sensoriel sont particulièrement remarquables pour les produits contenant peu de matière grasse, dans le segment des produits fromagers allégés en pleine expansion. Il existe aussi de bonnes possibilités d'utilisation de la méthode MF dans le domaine des produits fromagers destinés à être transformés. L'avantage dans ce domaine réside dans le fait de pouvoir déterminer la composition chimique ainsi que les propriétés sensorielles désirées. Des applications dans le domaine des fromages frais, par exemple pour la fabrication de mozzarella ou de «cottage cheese», sont également imaginables. Toutefois, les technologies correspondantes doivent encore être développées dans des essais spécifiques.

Bibliographie

- BACHMANN H.-P., SCHAFFROTH K., 2002. Ziger-Käse begeistert die Konsumenten. *Schweizerische Milchzeitung* **128** (8), 9.
- BACHMANN H. P., 2002. Fettreduzierte Käse als Gaumenfreude. *FAM-Information* **431**, 1-11.
- FIL-IDF, 1989. The use of ultrafiltration technology in cheesemaking. *Bulletin of the International Dairy Federation* **240**, 1-31.
- MAUBOIS J. L., 2001. Milk microfiltrate, a convenient starting material for fractionation of whey proteins and derivatives. Proceeding of the 3rd International Whey Conference, Behr's Verlag, 59-72.
- SCHREIBER R., NEUHAUSER S., SCHINDLER S., KESSLER H. G., 1998. Einbau von Molkenprotein-Aggregaten in Schnittkäse, 1. Teil: Prozessoptimierung. *Deutsche Milchwirtschaft* **49**, 958-962.
- STEFFL A., 1999. Weichkäse mit partikulierten Molkenproteinen. *Deutsche Molkereizeitung*, 182-187.
- THOMET A., 2001. Molke und Milchserum, Rohstoffe mit Potenzial. *Schweizerische Milchzeitung* **127** (47), 9.
- THOMET A., BACHMANN H. P., 2003. Standardisierung der Kessmilch mittels Mikrofiltration. *FAM-Information* **462**, 1-31.
- THOMET A., BACHMANN H. P., SCHAFFROTH K., 2004. Einbau von Molkenprotein in Raclettekäse mittels Mikrofiltration. *ALP Science* **465**, 1-21.
- WONG D. W. S., 1996. Structures and Functionalities of Milk Proteins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **36** (8), 807-844.

Zusammenfassung

Raclettekäse mit Molkenproteinen

Der Einbau von wertvollen Molkenproteinen in die Käsematrix von Halbhartkäsen ist ein weitverbreitetes Ziel der Käseforschung. ALP hat ein attraktives, neues Verfahren entwickelt, um auch Molkenproteine in den Raclettekäse einzubauen. Das neu entwickelte Verfahren ermöglicht die Herstellung von Raclettekäse mit guten Qualitäts-, Reifungs- und Schmelzeigenschaften. Die Rohmilch wird vor der eigentlichen Käsefabrikation thermisch behandelt und anschliessend mittels Mikrofiltration auf rund 17% TS teilkonzentriert. Die optimalen Pasteurisationsbedingungen – bei 30 Sekunden Heisshaltezeit – zur Vorbehandlung der Milch sind zwischen 80 °C (Qualitätsoptimum) und 85 °C (Ausbeutemaximum) zu wählen.

Summary

Raclette cheese with whey proteins

The incorporation of precious whey proteins into semi-hard cheeses is a worldwide aim. Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP) has developed an attractive new procedure to assimilate whey proteins into Raclette cheese. This new technology permits the manufacture of high quality ripe Raclette cheese with good melting properties. The raw milk undergoes thermal treatment followed by concentration (approximately 17%) by microfiltration before the proper cheese manufacturing process. The optimal conditions of thermal treatment lie between 80 °C (optimal quality) and 85 °C (optimal yield) for 30 seconds.

Key words: semi-hard cheese, microfiltration, whey proteins, fractionation, standardization, concentration.

Informations agricoles

Collaboration entre BUCHER et SPEISER pour les machines de récolte Taarup

La maison SPEISER Machines agricoles SA, Ebikon, importateur général de fabricants européens renommés, est, à partir du 1^{er} octobre 2004, le partenaire exclusif pour les machines de fenaison Taarup (sans les presses et les enrubanneuses) pour toute la Suisse.

La maison BUCHER Technique agricole SA, Niederweningen, importateur général, entre autres, des machines de récolte Kverneland avec les marques Vicon, Deutz-Fahr et Taarup (sans les enrubanneuses), assure le service, la fourniture des pièces détachées et les cas de garantie.

L'assortiment Taarup comprend des machines originales, modernes et performantes, telles que des faucheuses à disques et à tambours, des faneuses et des andaineurs pour toutes les catégories d'exploitations agricoles. La maison SPEISER fera connaître ce matériel prochainement et le présentera lors de l'AGRAMA à Berne, du 2 au 6 décembre prochains.

BUCHER et SPEISER forment un team de collaboration efficace pour la distribution d'un assortiment de machines Taarup très concurrentielles.

Renseignements:

BUCHER Technique agricole SA, Murzlenstrasse 80,
CH-8166 Niederweningen,
tél. (+41) 1 857 23 01, Kurt Hauenstein

SEISER Machines agricoles SA,
Luzernstrasse 18, CH-6013 Ebikon,
tél. (+41) 41 445 00 00, Wolfgang Speiser

Alphatec SA



Pulvérisateur

Master Pro

➤ Polyvalent et compact

Granges-Saint-Martin 3 - 1350 Orbe
Tél. 024 442 25 35

Voilà...

Vous avez lu ce petit mot, c'est bien la preuve que la publicité est remarquée dans notre revue, même sur un petit format!

Renseignements: PRAGMATIC SA

Avenue Saint-Paul 9 - CH-1223 COGNLY
Tél. 022 736 68 06 - Fax 022 786 04 23