

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 116 (1990)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Remise en état des revêtements de toit plat  
**Autor:** Ragonesi, Marco  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77254>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

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

# Remise en état des revêtements de toit plat<sup>1</sup>

**Les toits plats sont des éléments de construction et des biens de consommation comme les autres. Ils remplissent le rôle qui leur est attribué pour une certaine durée: un peu plus longtemps s'ils sont correctement utilisés, contrôlés et entretenus, un peu moins en cas d'usage mal adapté et sans entretien. Les travaux d'entretien nécessaires deviennent d'autant plus importants que leur durée d'utilisation se prolonge. A ce stade, d'autres biens de consommation comme les voitures finissent à la casse, avec tous les problèmes de récupération qui se posent alors. Pour les revêtements de toit plat en revanche, on sait très bien comment les remettre en état. S'ils ont été correctement surveillés et entretenus, on peut en général les rénover assez tôt pour pouvoir réutiliser largement les couches existantes.**

## Le toit plat, souci du maître d'ouvrage

Il y a le maître d'ouvrage soucieux de son toit plat et qui en prend soin comme il le fait des autres éléments de construction et objets d'aménagement, en l'utilisant de manière adéquate, en le contrôlant et en l'entretenant. Mais il y a aussi le maître de l'ouvrage que préoccupe sa toiture plate,

PAR MARCO RAGONESI,  
SARNEN

sans autre raison que celle d'avoir entendu parler de problèmes qui ont pu se poser à d'autres.

On peut d'ailleurs se demander pourquoi les problèmes de toit plat trouvent une aussi large diffusion dans la presse. En effet, et alors qu'on n'en parle pratiquement jamais, les toits en pente avec isolation thermique connaissent en général plus de difficultés. A cette question, la réponse est facile: les toits plats se prêtent particulièrement bien aux constructions d'une certaine importance, c'est-à-dire à des bâtiments publics souvent. Ils ressortissent alors au domaine politique et deviennent un sujet intéressant pour les journalistes, surtout lorsque ceux-ci ne sont pas acquis à l'«architecture des toits plats». Le toit plat devient ainsi le bouc émissaire pour des ennuis survenus à d'autres parties d'un bâtiment, par exemple les façades ou les fenêtres à la suite d'une protection insuffisante contre les intempéries.

De l'autre côté, il y a les toits en pente qui, depuis qu'on en a fait des éléments isolés thermiquement et complexes techniquement, couvrant des locaux chauffés et aménagés pour l'habitation, présentent très souvent des défauts voire causent des dommages. Mais cela n'intéresse guère que les professionnels du bâtiment ou le maître

de l'ouvrage car, dans la plupart des cas, il ne s'agit pas de bâtiments publics.

En fait, ce qu'on peut dire aujourd'hui, c'est qu'il n'y a pas de raison de se faire plus ni moins de souci selon qu'on opte pour un toit plat ou pour un toit en pente. Les uns comme les autres sont des éléments de construction complexes qui, si on leur applique les techniques les plus récentes, dans le respect des règles (norme SIA 238 «Isolation thermique des toits à pans inclinés» et recommandation SIA 271 «Toits plats»), si on les entretient correctement aussi, ne poseront pas de problèmes pour de longues durées.

## Contrôle et entretien des revêtements de toit plat

C'est d'abord aux lacunes dans le contrôle et l'entretien que sont imputables les dégâts qui surviennent sur les toits plats et, par conséquent, le fait que ceux-ci ont souvent mauvaise presse. Mais l'idée fait maintenant son chemin qu'un toit plat demande, comme n'importe quel élément d'une construction, à être périodiquement contrôlé puis entretenu. Des contrôles périodiques (par exemple tous les six mois par le concierge et tous les deux ans par un spécialiste) permettent de détecter assez tôt d'éventuels dommages tels que graviers déplacés, mauvaises herbes qui prennent racine, ou joints de mastic décollés, etc., et d'y remédier avant qu'il ne s'ensuive de dégâts au revêtement lui-même.

La recommandation SIA 271 prescrit que l'auteur du projet doit donner toutes indications utiles quant au soin et à l'entretien requis dans le cas précis du toit plat qu'il a mis en place. Le tableau 1 est une sorte de «check-list» qui recense les tâches de contrôle et d'entretien des différents spécialistes concernés. A partir de là, on peut aisément - et, ce qui est très important, suffisamment à l'avance - déterminer les travaux de réfection qu'il sera nécessaire d'entreprendre.

## Réfection ou assainissement: plus qu'une question de terminologie

Pour les dictionnaires, la réfection est l'«action de refaire ou de remettre à neuf», tandis que l'assainissement est l'«action de rendre sain, de guérir».

La recommandation SIA 271 ne parle que de réfection, dont elle donne la définition suivante: «Remise en état partielle ou renforcement d'un revêtement de toit. On englobe sous ce terme aussi bien le remplacement de certaines couches sur toute la surface du toit, y compris certaines extensions éventuelles, que le remplacement de toutes les couches sur une partie de la surface, y compris les raccords aux surfaces de revêtement conservées telles quelles.» Lorsque les travaux de contrôle et d'entretien ont été bien faits, permettant de détecter assez tôt d'éventuels dommages, la remise en état du toit plat peut être une réfection, qui utilise les couches existantes encore intactes - ce qui fait qu'il n'y a aucun matériau de déblai!

Si en revanche les dégâts sont trop avancés pour que l'on puisse conserver et réutiliser les couches en place - lorsque par exemple une couche d'isolation thermique présente un taux d'humidité égal ou supérieur à 5% du volume -, c'est à un assainissement qu'il faudra procéder.

## Les motifs d'une remise en état

La remise en état d'un toit plat peut devenir indispensable pour différentes raisons. Le plus souvent, c'est le toit plat lui-même qui est en cause.

1. *Le toit plat change d'utilisation*
  - Un toit plat protégé par une couche de gravier est engazonné, rendu praticable ou même carrossable.
  - On veut installer sur le toit plat des systèmes de récupération d'énergie (par exemple des panneaux solaires).
2. *Le toit plat n'est plus conforme aux exigences thermiques*
  - Ces exigences (valeur  $k$ ) se sont accrues ces dernières années. Selon toute probabilité, elles vont encore augmenter.
  - De nombreux toits plats présentent des couches d'isolation thermique de 4 à 6 cm d'épaisseur avec des valeurs  $k$  de 0,85 à 0,55 W/m<sup>2</sup>K et ils ne répondent plus aux exigences actuelles:  $\leq 0,50$  à  $\leq 0,30$  W/m<sup>2</sup>K (norme SIA 180, recommandation SIA 271, ordonnances cantonales sur l'isolation thermique). Pour les toits plats, il faut actuellement rechercher des valeurs  $k \leq 0,30$  W/m<sup>2</sup>K, ce qui nécessite des couches isolantes de qualité supérieure, sur >9 cm.

<sup>1</sup> Cet article a paru en version allemande dans *Schweizer Ingenieur und Architekt* 36/89 sous le titre «Erneuerung von Flachbedachungen».



- Lorsque la toiture plate est traversée par d'autres éléments de construction ou lorsqu'il y a des raccords au revêtement du toit plat, on est souvent confronté à des points faibles, à des ponts thermiques notamment.
- A l'intérieur du bâtiment, les dommages dus à l'humidité apparaissent sous la forme de moisissures ou d'eau de condensation.
- Les habitants se plaignent de vivre dans un climat inconfortable.

### 3. Atteinte de la limite d'âge

- Si l'on en croit le manuel édité par l'Office fédéral pour les questions conjoncturelles *Planifier et projeter les assainissements thermo-techniques des constructions*, un toit plat peut durer de vingt à quarante ans.
- Un toit plat doit être rénové avant de subir des dommages dus au dépassement de cette limite d'âge.

### 4. Le toit plat a des défauts

- Il s'agit alors principalement de défauts d'étanchéité, avec les infiltrations d'eau qui en résultent.
- Le dommage peut être limité au revêtement du toit plat (couche d'isolation détremée), mais il peut aussi provoquer des dégâts à l'intérieur du bâtiment (par exemple sur le crépi des plafonds).
- La non-étanchéité peut être liée à des défauts d'exécution (surface, raccords), mais elle peut aussi être due à des effets mécaniques (au cours de la construction ou au fil du temps).

Mais d'autres raisons aussi peuvent obliger à une réfection, qui ne tiennent pas au toit lui-même.

### 5. La remise en état d'éléments adjacents du bâtiment

- Lorsqu'il faut procéder à une réfection d'éléments du bâtiment directement voisins du toit plat (façades et portes-fenêtres par exemple), il faut obligatoirement penser aussi au toit plat lui-même.
- Les éléments d'un bâtiment ne peuvent être remis en état de manière satisfaisante que si cette réfection procède d'une réflexion globale. Il faut toujours penser en effet qu'au bout de quelques décennies, on pourrait devoir modifier l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment pour l'adapter à de nouvelles conditions d'environnement. Il ne faudrait pas alors qu'une mesure isolée puisse entraver ou même empêcher des interventions futures sur d'autres éléments.
- La réciproque est aussi vraie : en cas de réfection du toit plat, les éléments adjacents ou qui traversent la toiture plate devront aussi être pris en compte dans une conception glo-

TABLEAU 1. - Check-list pour le contrôle et l'entretien des toitures plates.

Contrôles/Vérification	Remarques	Effectué par le	
		concierge	spécialiste
<b>Surface de toiture</b>			
1. La couche de protection est-elle répartie régulièrement?	La couche de protection doit mesurer au minimum 5 cm. A compléter par une entreprise spécialisée.		●
2. L'étanchéité est-elle partiellement découverte?	La couche de protection telle que le sable ou le gravier peut être emportée par le vent. Répartir régulièrement avec soin.	●	
3. La surface de toiture présente-t-elle des enracinements de plantes?	Enlever la mousse avec soin.	●	
	Enlever les herbes, arbustes, mauvaises herbes.		●
	Contrôler l'étanchéité, éventuellement la réparer.		●
4. Des objets se trouvent-ils sur la toiture?	Enlever les objets étrangers.	●	
5. Des modifications telles que formation de plis et de bulles sont-elles visibles sur l'étanchéité?	En vérifier les causes.		●
<b>Raccords</b>			
6. Les éléments en tôle sont-ils touchés par la rouille (corrosion)?	Dérouiller ou remplacer les éléments en tôle concernés.		●
7. Des joints de mastic sont-ils poreux, ou des faces de joints se sont-elles détachées?	Compléter ou remplacer les joints de mastic.		●
8. Des remontées de construction telles que p. ex. des cheminées, parapets, machineries d'ascenseurs, etc., présentent-elles des fissures?	Réparation par une entreprise spécialisée (entreprise de façades).		●
<b>Ecoulements</b>			
9. Les gouttières d'eau de toiture sont-elles encombrées?	Enlever soigneusement les dépôts de feuilles mortes et de saleté.	●	
10. Les descentes d'eau de toiture sont-elles encombrées ou bouchées?	Enlever soigneusement la saleté.	●	
	En cas d'encombres dus à des dépôts de calcaire, effectuer un nettoyage spécial.		●

bale de l'assainissement ou de la réfection.

### 6. Modification du climat des locaux par suite d'un changement d'affectation

- Les qualités d'un toit plat, sur le plan thermique et sur celui de la diffusion

de vapeur, sont fonction de sa conception et de sa réalisation, mais aussi des conditions climatiques générales (climat extérieur et climat des locaux). Et lorsque ces conditions se trouvent radicalement modifiées par un changement d'affectation de ces locaux, il peut deve-

Fig. 1. – Organigramme pour la réfection des toits plats.

**Raisons pour une remise en état de toit plat**

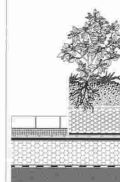
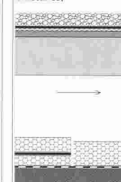
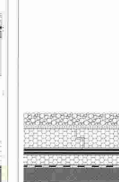
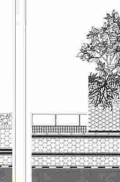
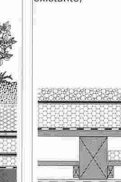
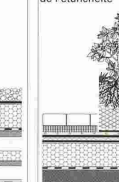
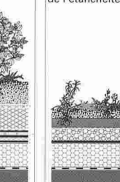
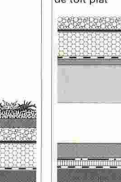
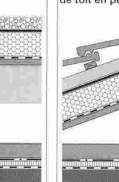
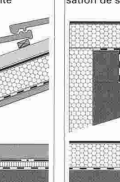
Raisons venant du toit plat					
<p><b>Imperméabilité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- infiltrations d'eau</li> <li>- dommages au revêtement de toit plat</li> <li>- dommages à l'intérieur du bâtiment</li> </ul>	<p><b>Points faibles thermo-techniques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pertes d'énergie (transmission)</li> <li>- confort insuffisant</li> <li>- dommages dus à l'humidité (moisissures)</li> </ul>	<p><b>Atteinte de la limite d'âge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20 à 40 ans (selon le manuel «Planifier et projeter les assainissements thermo-techniques des bâtiments»)</li> </ul>	<p><b>Changement d'utilisation du revêtement de toit plat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en gravier → praticable, végétalisé</li> <li>- installations pour des panneaux solaires, etc.</li> </ul>	<p><b>Modification de l'utilisation de l'espace</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modification du climat ambiant</li> <li>- Création d'espace supplémentaire</li> <li>- surélévation</li> </ul>	<p><b>Réfection d'éléments de construction avoisinants</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- façades, portes-fenêtres</li> <li>- Réfection de l'enveloppe du bâtiment</li> </ul>

**Du combinatoire des différentes raisons**

**Etudes préalables, planification**

<p><b>Contrôle du revêtement de toit plat / Comparaison avec les exigences en vigueur / Décision de la réutilisation des couches</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- support (statique), conditions de pente, évent. taux d'humidité</li> <li>- barrière de vapeur (type, état)</li> <li>- couche d'isolation thermique (type, épaisseur, taux d'humidité)</li> <li>- étanchéité (type, état)</li> <li>- raccords et fermetures de bord (profils en tôle, joints de mastic)</li> <li>- couche de protection (part de concassé, impuretés) et revêtements praticables</li> <li>- comportement thermo-technique et diffusion de vapeur (valeur <math>k \rightarrow k \text{ exist.} \leq k \text{ adm.}</math> ?)</li> <li>- garantie à long terme de la capacité de fonctionnement (en particulier l'étanchéité à l'eau)</li> </ul>	<p><b>Changement d'utilisation de l'espace</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modification du climat ambiant (température de l'air ambiant <math>t_v</math>, humidité relative de l'air ambiant <math>\phi</math>)</li> </ul>	<p><b>Réfection de l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment ou des façades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- réalisation des acrotères (isolation thermique et protection contre l'humidité, évent. avant-toit comme protection de la façade)</li> <li>- raccord mural (isolation thermique et protection contre l'humidité)</li> </ul>
<p><b>Réflexion sur l'utilisation future du toit plat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- couche de gravier (nettoyage du gravier existant ou évent. nécessité d'une nouvelle couche de gravier ?)</li> <li>- changement d'utilisation du revêtement de toit plat (praticable, végétalisé, carrossable)</li> </ul>	<p><b>Définition des utilisations et des exigences correspondantes concernant le revêtement de toit plat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- praticable, végétalisé, carrossable (couches de protection et revêtements praticables)</li> <li>- exigences spéciales concernant l'étanchéité (surface, raccords et fermetures de bord)</li> <li>- exigences spéciales concernant la pente</li> </ul>	<p><b>Réfection des portes-fenêtres</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- réalisation des seuils (protection contre l'humidité)</li> </ul>
	<p><b>Surélévation d'une surface partielle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une partie du revêtement de toit plat existant est conservé, p.ex. comme terrasse directement accessible (remise en état/ changement d'utilisation)</li> </ul>	<p><b>Surélévation de toute la surface</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le revêtement de toit plat existant est supprimé, il reprend dorénavant la fonction d'une construction de dalle</li> </ul>

**Choix du système / Exécution**

<p><b>Nouvelle toiture chaude</b></p>  <p>Le revêtement de toit plat peut être adapté le mieux possible aux exigences en vigueur.</p>	<p><b>Nouvelle toiture froide (sur une toiture froide existante)</b></p>  <p>Le revêtement de toit plat entièrement nouveau peut être conçu conformément aux exigences en vigueur.</p>	<p><b>Toiture améliorée</b></p>  <p>L'étanchéité existante est de préférence renforcée resp. une étanchéité nouvelle est posée sur l'existante.</p>	<p><b>Toiture doublée</b></p>  <p>Le revêtement de toit plat peut être adapté aux exigences en vigueur (pouvoir calorifuge/étanchéité).</p>	<p><b>Nouvelle toiture chaude (sur une toiture froide existante)</b></p>  <p>Le nouveau revêtement de toit plat peut être conçu conformément aux exigences en vigueur.</p>	<p><b>Changement d'utilisation avec renforcement de l'étanchéité</b></p>  <p>Le pouvoir calorifuge reste inchangé. Au point de vue de l'étanchéité, le revêtement de toit plat est comme neuf.</p>	<p><b>Changement d'utilisation sans renforcement de l'étanchéité</b></p>  <p>En cas d'une végétalisation ultérieure, il est p.ex. possible de conserver le revêtement de toit plat existant qui fonctionne.</p>	<p><b>Surélévation avec une nouvelle construction de toit plat</b></p>  <p>Le revêtement de toit plat existant est supprimé (construction de dalle). Revêtement de toit plat conforme au niveau de connaissance le plus récent.</p>	<p><b>Surélévation avec une nouvelle construction de toit en pente</b></p>  <p>Le revêtement de toit plat existant est supprimé (construction de dalle). Toiture en pente conforme au niveau de connaissance le plus récent.</p>	<p><b>Réalisation d'acrotère et raccord mural/ Réalisation de seuils</b></p>  <p>Obtenir des intersections exemptes de ponts thermiques, assurer l'étanchéité à l'eau des raccords et fermetures de bord.</p>
--	---	--	--	---	---	---	--	---	--

**Objectifs d'une réfection**

<p><b>Conservation de la substance construite</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- longue durée d'utilisation grâce à des travaux périodiques de contrôle et d'entretien (contrat d'entretien avec l'entrepreneur)</li> <li>- suppression des dommages consécutifs sur d'autres éléments de construction ou à l'intérieur du bâtiment</li> </ul>	<p><b>Adaptation du revêtement de toit plat aux exigences en vigueur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- isolation thermique (confort, consommation d'énergie)</li> <li>- protection contre l'humidité</li> <li>- isolation phonique</li> </ul>	<p><b>Assurer l'utilisation choisie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- végétalisation (végétalisation extensive ou intensive)</li> <li>- praticable/carrossable</li> <li>- installations (panneaux solaires/pompes de chaleur, etc.)</li> </ul>
--	--	---



nir nécessaire d'y adapter aussi la toiture plate.

### 7. Extension du bâtiment par surélévation

- En cas de surélévation du bâtiment, la toiture plate assume dorénavant le rôle de dalle porteuse. Si la surélévation n'est que partielle, seule une partie de la toiture devient dalle tandis que l'autre doit être adaptée aux nouvelles conditions.

Si les raisons qui motivent des interventions sur une toiture plate sont diverses, les systèmes de réfection qui entrent alors en ligne de compte le sont aussi. La figure 1 en donne une récapitulation générale.

### Intervenir au bon moment

La réfection doit généralement avoir lieu tant que les couches existantes sont encore bonnes et utilisables dans leur majeure partie, ce qui est le cas lorsque les dommages éventuels ont été détectés à temps.

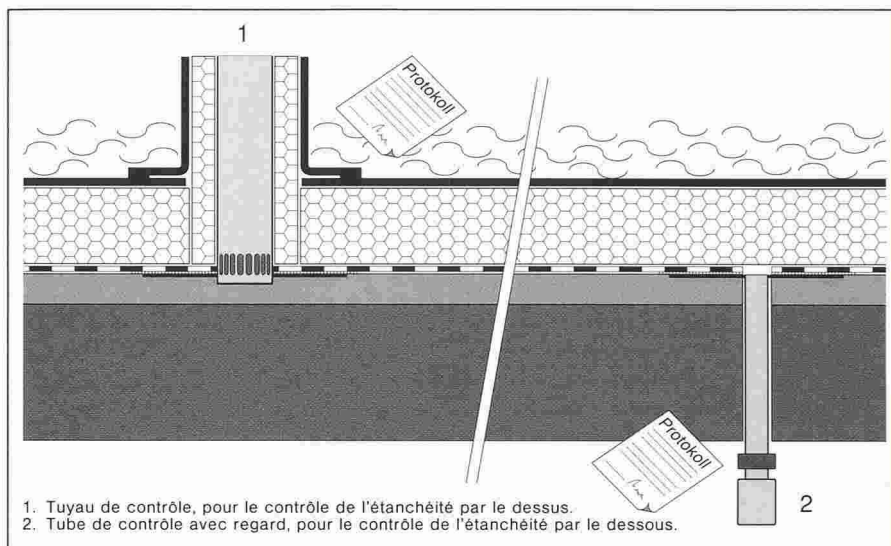
Alors, le problème qui se pose essentiellement est celui du contrôle de l'étanchéité et de la localisation des endroits non étanches. D'abord il s'agit de détecter les infiltrations d'eau avant qu'elles n'endommagent la couche isolante ou provoquent des dégâts d'eau à l'intérieur du bâtiment. Il faut ensuite localiser la fuite, et cela moyennant une dépense raisonnable.

La technique actuelle des toits plats permet de détecter à temps les infiltrations d'eau. En effet, l'eau qui s'est infiltrée dans un toit plat (toiture chaude) arrive sur la barrière de vapeur. Dans la mesure où elles sont collées en plein, les barrières de vapeur forment une étanchéité secondaire assurant une bonne imperméabilité. C'est pourquoi des centaines de litres d'eau peuvent s'accumuler sur la barrière de vapeur dans la zone de la couche isolante, sans que les locaux qui se trouvent en dessous subissent de dommages.

### Rechercher les infiltrations d'eau

Pour détecter l'eau qui s'est infiltrée, différentes méthodes peuvent aujourd'hui être envisagées.

1. La toiture plate peut être contrôlée par des regards. Il faut alors découper la surface étanche pour voir si la couche d'isolation est mouillée (test d'humidité visuel ou gravimétrique) et si de l'eau s'est accumulée au-dessus ou au-dessous de la barrière de vapeur. Il est évident que cette méthode est relativement compliquée et qu'elle ne convient en aucun cas à des contrôles périodiques par le maître de l'ouvrage ni par le concierge.



1. Tuyau de contrôle, pour le contrôle de l'étanchéité par le dessus.  
2. Tube de contrôle avec regard, pour le contrôle de l'étanchéité par le dessous.

Fig. 2. - Dispositifs de contrôle pour la surveillance permanente de l'étanchéité sur les toitures plates, tels qu'ils sont réalisés actuellement sur les constructions neuves ou lors de réfections avec une nouvelle toiture chaude.

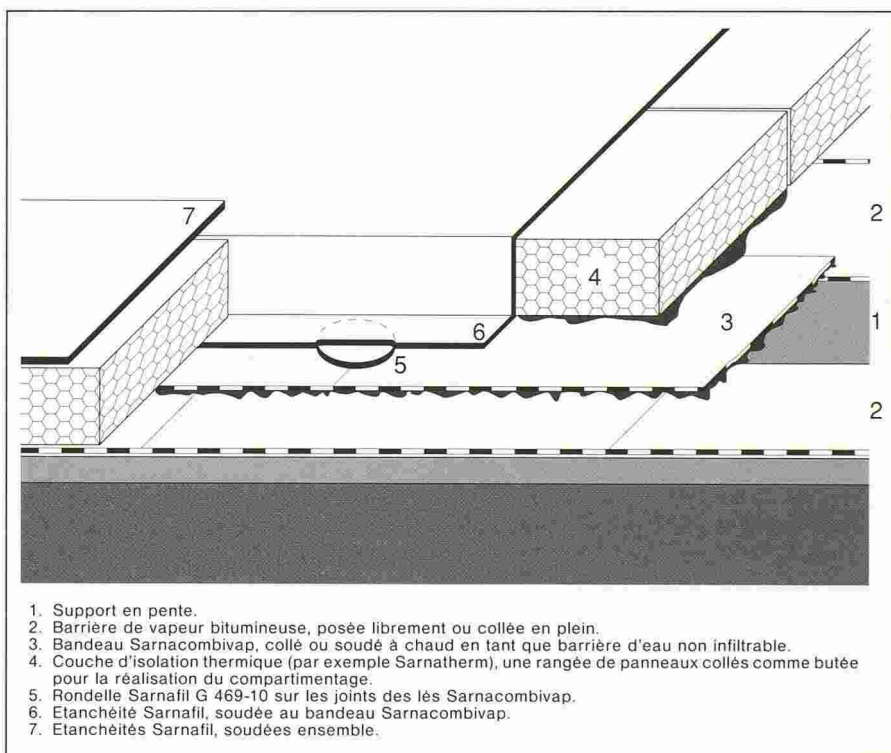


Fig. 3. - Compartimentage sur un bandeau Sarnacombivap, en construction neuve ou en réfection avec toiture chaude.

2. La toiture plate est équipée de dispositifs de contrôle spéciaux, au minimum un par secteur recouvert, au point bas de la construction.
  - 2.1. Le tube de contrôle, pour un contrôle par le bas, se compose d'une tablette sur laquelle est collée la barrière de vapeur. L'eau qui s'est infiltrée vers le tube de contrôle s'écoule par-dessus la barrière de vapeur et y est visible par le regard, signe certain d'une non-étanchéité.
  - 2.2. Le tuyau de contrôle fonctionne selon un principe similaire. La barrière de vapeur est

raccordée à une tablette avec une cavité et l'eau qui s'est infiltrée s'accumule dans cette cuvette. Des contrôles par le dessus permettent de remarquer d'éventuelles infiltrations d'eau.

De tels dispositifs de contrôle (fig. 2) font que la toiture peut être contrôlée périodiquement simplement par le concierge. Ils garantissent en outre de pouvoir réceptionner en toute sécurité la toiture plate (procès-verbal de réception) une fois les travaux achevés, en testant son étanchéité par l'eau accumulée.



### La recherche de la voie d'eau

Plus la zone de la surface sur laquelle se trouve une voie d'eau est grande, plus il y a de couches de protection et d'usure (végétalisations, dalles carrossables, etc.), et plus les investigations seront coûteuses. Ces investigations pourront être réduites au minimum à condition de subdiviser le revêtement du toit plat en surfaces partielles, chacun de ces compartiments étant équipé d'au moins un dispositif de contrôle.

- La recommandation SIA 271 préconise des compartimentages dans les proportions suivantes :
- tous les 100 à 300 m<sup>2</sup> pour des couches praticables difficiles à démonter (revêtement praticable, carrossable, fortement végétalisé);
  - tous les 400 à 600 m<sup>2</sup> pour des couches praticables faciles à démonter (du gravier rond par exemple).

Ce sont des exigences minimales. Selon la complexité du revêtement, le type d'utilisation et le niveau d'aménagement des locaux qui se trouvent en dessous, il faudrait envisager de subdiviser en surfaces plus petites. La figure 3 montre une manière de réaliser ce compartimentage.

En résumé, on peut dire que la sécurité d'un toit plat est d'autant plus grande que l'on dispose de plus de possibilités de contrôle. Car bien que l'on puisse admettre que les revêtements de toits plats développés, planifiés et réalisés selon les connaissances actuelles répondent à l'exigence fondamentale de l'étanchéité, on ne peut jamais totalement exclure que s'y produisent des fuites.

### Choisir le bon procédé

S'il est important d'intervenir au bon moment, il l'est tout autant de choisir la bonne manière de procéder. Des travaux d'entretien normaux (comme par exemple le remplacement des joints de mastic) ne demandent pas de planification particulière; une remise en état plus vaste de la toiture demande au contraire à être soigneusement préparée.

### Connaître l'état du revêtement

C'est ainsi qu'il faut connaître précisément l'état du revêtement, si nécessaire au moyen d'investigations adéquates. Il n'y a en général pas de gros problèmes sur ce point lorsque la toiture a été contrôlée et entretenue périodiquement, rapports de surveillance à l'appui.

Pour jeter les bases de la planification, il y a lieu de contrôler :

- la structure en place
- l'état des différentes couches (en prélevant éventuellement des échantillons de matériaux pour des tests en laboratoire)

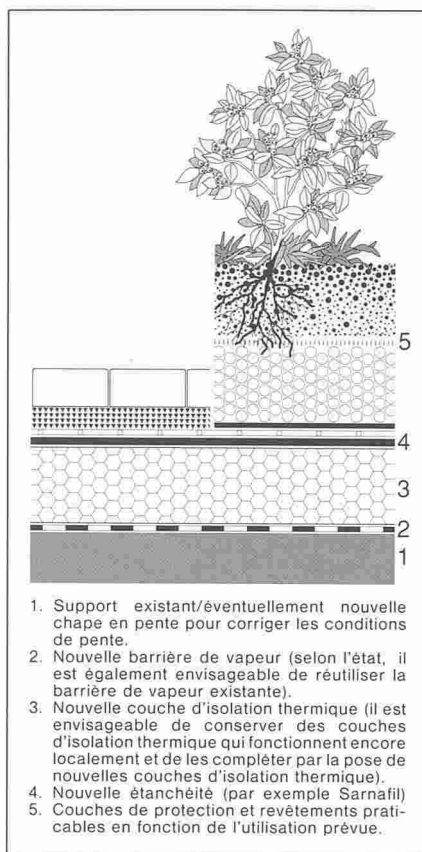


Fig. 4. - Nouvelle toiture chaude.

- l'état général des raccords et l'état des éléments auxquels sera raccordé le toit (acrotère, portes-fenêtres, murs, etc.).

Il convient également que le projeteur et le maître d'ouvrage précisent clairement la future utilisation de la toiture et, par conséquent, les exigences auxquelles elle devra satisfaire. D'une manière générale lorsque l'on procède à une réfection, on devrait en profiter pour adapter le revêtement aux normes en vigueur, d'une part, et tirer parti des possibilités de végétalisation, d'autre part.

### Un soin particulier aux raccords

La remise en état d'un revêtement de toit plat ne pose en général pas de gros problèmes. Pour les raccords en revanche, il est d'une importance primordiale d'assurer une bonne planification et une excellente exécution. Les raccords doivent être minutieusement étudiés pour satisfaire aux exigences en vigueur jusque dans les points de jonction avec d'autres éléments du bâtiment, de manière aussi à éliminer les points thermiquement faibles.

A condition de réaliser ces détails de manière adéquate, on s'assure de pouvoir plus tard, à moyen ou à long terme, procéder à la réfection des éléments adjacents à la toiture : on devra ainsi pouvoir améliorer les propriétés thermiques de la façade sans pour autant modifier considérablement l'acrotère.

### Compartimenter les surfaces

Si l'on ne remet en état qu'une partie de la toiture plate, il faut veiller à séparer efficacement cette zone rénovée du reste de la surface pour éviter qu'un dommage qui surviendrait ensuite là où l'on n'a pas rénové ne s'étende au secteur remis à neuf.

### Des variantes nombreuses

Comme le montre la figure 1, il existe de nombreuses possibilités de remise en état d'un toit plat. Mais au terme des études préalables, une planification détaillée permet en général de choisir celle qui convient spécifiquement aux travaux à réaliser.

### Nouvelle toiture chaude (fig. 4)

Elle est indiquée surtout lorsque l'état du revêtement est tel qu'il n'est plus possible de conserver et réutiliser certaines couches, comme par exemple la couche d'isolation thermique humide.

### Nouvelle toiture froide sur toiture chaude existante (fig. 5)

Cette manière de procéder, en rapportant des constructions légères (en métal ou en bois) sur un revêtement de toit plat non utilisé (toiture nue ou toit plat avec couche de protection en gravier), permet de faire déborder le toit plat de manière à assurer une protection contre les intempéries qui soit adaptée aux conditions : hauteur du bâtiment, construction de façades et des fenêtres, conditions climatiques.

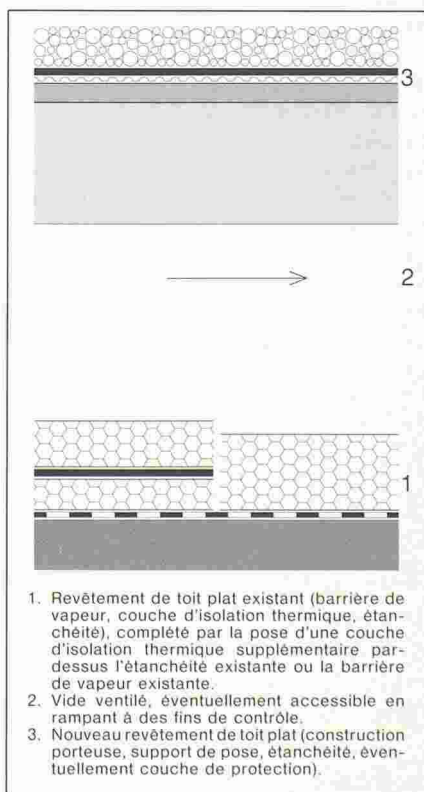


Fig. 5. - Nouvelle toiture froide sur toiture chaude existante.



**Toiture améliorée (fig. 6)**

La toiture améliorée convient à l'amélioration thermique des revêtements de toit plat partiellement praticables (avec du gravier) encore intacts. Ces travaux-là de réfection, et notamment le pelletage de la couche de protection en gravier, sollicitent mécaniquement le revêtement, voire peuvent l'endommager. Etant donné les expériences faites dans ce domaine, on peut préconiser une amélioration supplémentaire de l'étanchéité.

**Toiture doublée (fig. 7)**

La toiture doublée convient très bien à la réfection de revêtements de toit plat encore intacts, et notamment lorsqu'il y a changement d'utilisation. Pour cela, on enlève les couches de protection et de revêtement praticables et on pose un nouveau revêtement sur l'ancienne étanchéité, selon le principe de la toiture chaude.

On peut ainsi adapter le pouvoir calorifuge aux exigences en vigueur et choisir la nouvelle étanchéité, y compris les couches de protection, en fonction des utilisations envisagées.

**Nouvelle toiture chaude sur une toiture froide existante (fig. 8 et 9)**

Ce système de réfection convient parfaitement lorsqu'il n'est plus possible, en conservant le principe de la toiture froide, d'adapter le revêtement existant (toiture froide déficiente) aux exigences en vigueur ou souhaitées (pouvoir calorifuge, étanchéité à l'air, ventilation). A condition de veiller tout particulièrement aux raccords du côté chaud (assurer l'étanchéité à l'air), on peut éventuellement réutiliser l'étanchéité existante comme barrière de vapeur.

Sur des couvertures en tôle profilée, il est possible de réaliser, par exemple avec des éléments d'isolation thermique spéciaux (éléments composites avec couverture en tôle) un revêtement qui fonctionne bien. Dans ces cas-là, il convient d'accorder une attention particulière à la capacité de fonctionnement thermotechnique et de diffusion de vapeur - valeurs que l'on établira spécifiquement pour chaque cas, si nécessaire.

**Changement d'utilisation du revêtement (fig. 10 et 11)**

On ne peut changer l'utilisation faite d'un toit plat qu'à la condition que son revêtement soit en bon état et conforme aux exigences en vigueur. Il n'est pas recommandé de modifier à grands frais l'utilisation d'un revêtement dont le pouvoir calorifuge serait insuffisant ou qui présenterait de trop fortes différences avec les prescriptions en vigueur.

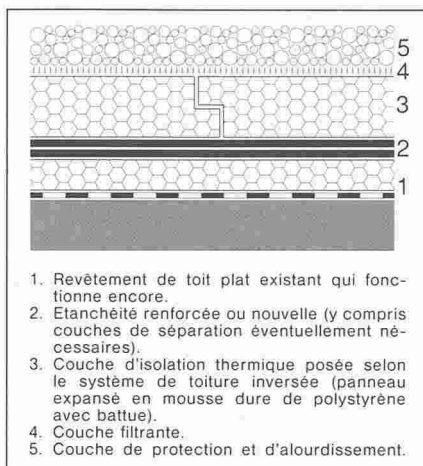


Fig. 6. - Toiture améliorée.

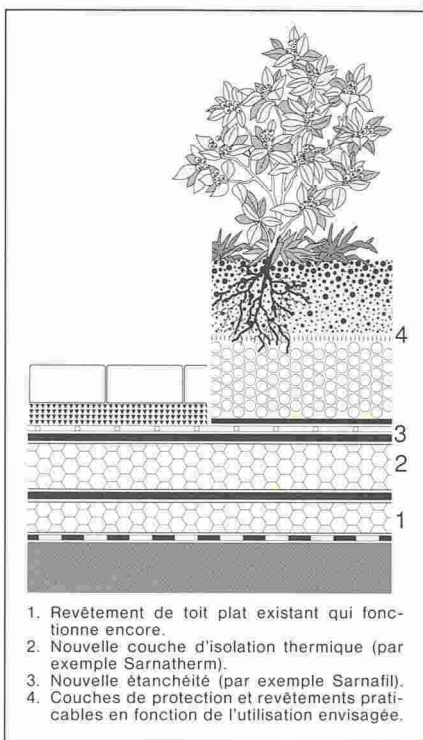


Fig. 7. - Toiture doublée.

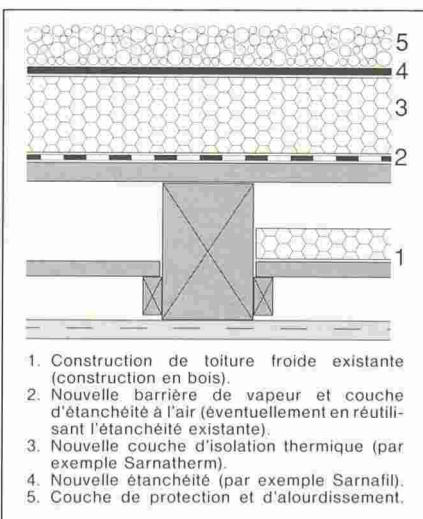


Fig. 8. - Nouvelle toiture chaude sur un support en bois.

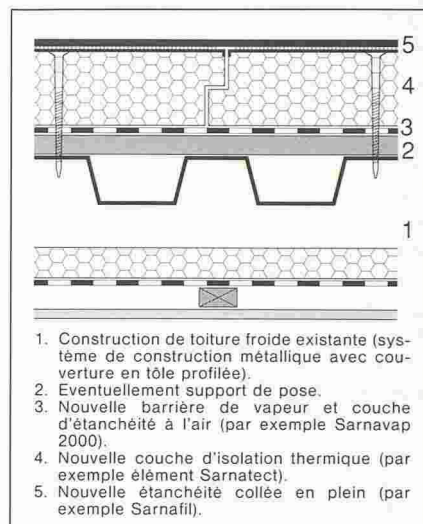


Fig. 9. - Nouvelle toiture chaude sur un support métallique.

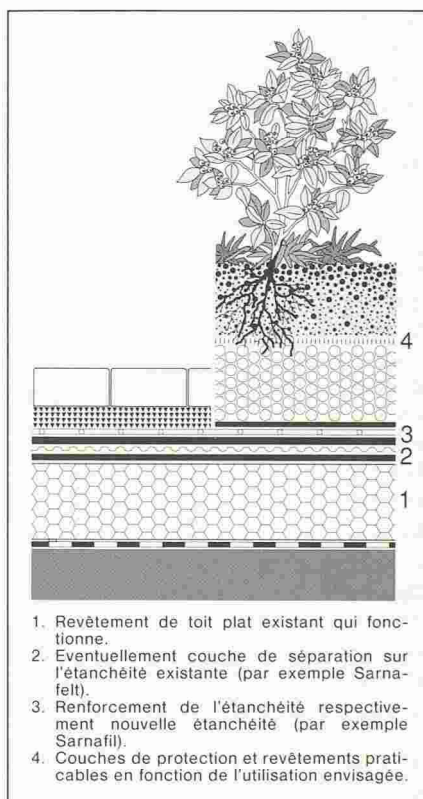


Fig. 10. - Changement d'utilisation avec renforcement de l'étanchéité.

Chaque fois qu'on envisage de remettre un toit plat en état, dans la perspective d'un changement d'utilisation, il faut en examiner l'infrastructure aussi. Selon la structure de couches que nécessite la nouvelle utilisation envisagée, il peut en effet se produire des surcharges par rapport à un toit plat avec couche de protection en gravier. Et la structure porteuse doit pouvoir supporter ces charges supplémentaires.

Dans la plupart des cas, on doit renforcer l'étanchéité existante, ou poser une étanchéité supplémentaire avant de pouvoir assurer la nouvelle utilisation, avec des couches de protection et revêtements praticables adéquats (fig. 10).



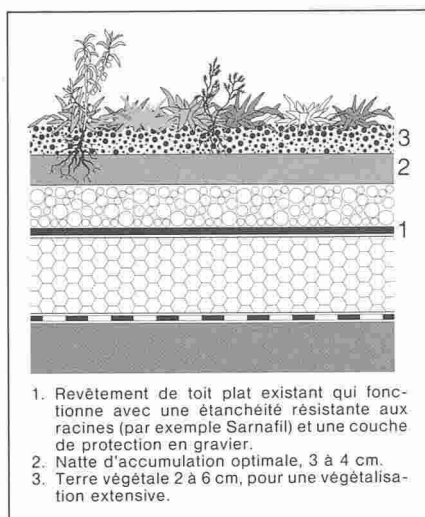


Fig. 11. - Changement d'utilisation sans renforcement de l'étanchéité.

Actuellement très à la mode, les végétalisations sont également judicieuses d'un point de vue écologique. Il arrive donc de plus en plus souvent qu'il faille végétaliser après coup un revêtement initialement prévu avec du gravier seulement. Si l'on veut une végétalisation intensive (plantes hautes, toiture plate praticable), il faut de toute façon renforcer l'étanchéité. Pour une végétalisation extensive partiellement praticable (faible structure de couches, végétation peu exigeante), on peut se contenter de placer les plantes directement sur la couche de gravier existante. Assurant une grande capacité d'accumulation d'eau pour une structure de couche de 5 à 10 cm seulement (environ 60 kg/m<sup>2</sup>), le système d'engazonnement optimal fonctionne très bien (fig. 11).

#### Superposition d'un toit en pente sur un bâtiment à toit plat

La superposition d'un toit en pente sur un toit plat pose des problèmes non seulement d'exécution technique, mais encore de propriété intellectuelle.

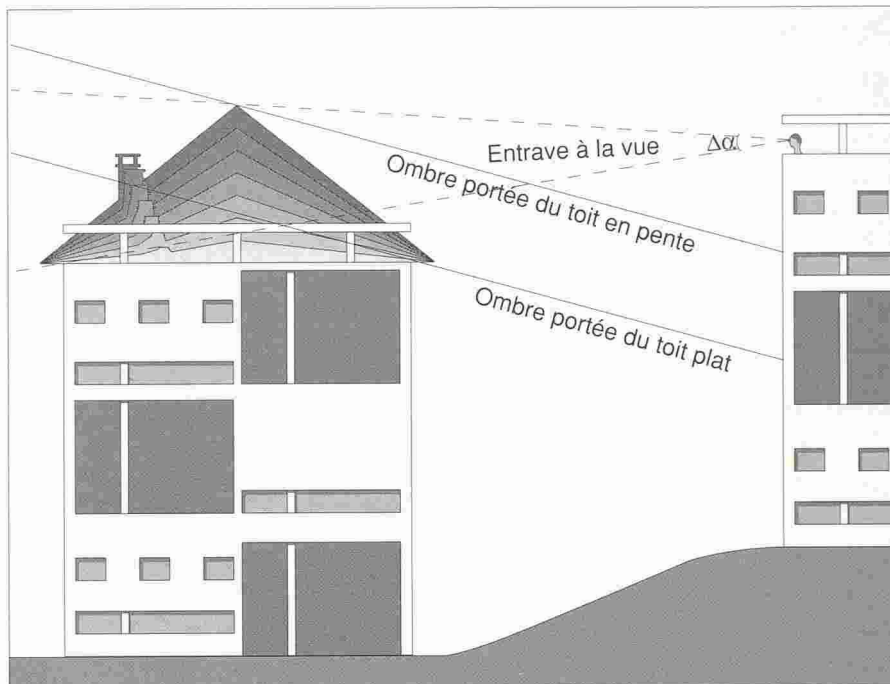


Fig. 12. - Remplacement d'un toit plat par un toit en pente lors d'une réfection: entrave à l'ensoleillement et à la vue.

Dans certains cas l'architecte auteur de l'ouvrage ou la protection du patrimoine peuvent s'opposer à de telles interventions.

Pour nous limiter à l'aspect technique, qui nous intéresse plus directement ici, nous nous demanderons quel est le type de couverture qui, compte tenu des multiples facteurs qui entrent en ligne de compte, convient le mieux à cette entreprise.

Deux cas sont à envisager:

- par une surélévation, on tend à gagner un espace habitable et commercial précieux;
- en superposant un toit en pente à un toit plat, on tente d'améliorer l'étanchéité de la couverture.

Dans le premier cas, la réponse est la même que pour une construction neuve: la couverture optimale peut être aussi bien le toit en pente que le toit plat.

Dans le deuxième cas en revanche, on a affaire à un type de réfection très onéreux et qui souffre de gros désavantages:

- on modifie (et peut-être négativement) l'image architecturale du bâtiment voire de tout un ensemble de constructions;
- le toit en pente peut, par rapport au toit plat, gêner la vue et l'ensoleillement des bâtiments voisins;
- enfin se pose le problème de la propriété intellectuelle du bâtiment, déjà évoqué plus haut.

Adresse de l'auteur:  
Marco Ragonesi, architecte ETS  
Sarna Plastiques SA  
6060 Sarnen

## Bibliographie

### Les cadrans solaires de précision

#### Notions théoriques et réalisation pratique à l'aide de l'informatique

par Yves Opizzo. - Un vol. 16x24 cm, broché, 160 pages, 39 figures. Masson éditeur, Paris, 1989. Prix: FF 148.00.

Un cadran est beaucoup plus qu'un simple instrument de mesure du temps. La poésie et la philosophie y tiennent une place comparable à l'astrono-

mie, dont la gnomonique, la science des cadrans, est issue. Cet ouvrage se propose d'intégrer la renaissance du cadran solaire, constatée sous toutes les latitudes, et les techniques informatiques dans un but de simplification du travail. Son but est de permettre la réalisation, par des amateurs ou professionnels, de cadrans solaires de précision (1 minute en lecture au plus). Les divers éléments du cadran, tels que droites ho-

raires ou courbes de déclinaison, sont définis avec rigueur, par coordonnées cartésiennes, à l'aide d'un programme informatique fourni. Le programme principal est en langage Modula 2 pour IBM PC et compatibles.

L'ouvrage s'adresse en premier lieu aux gnomonistes amateurs, mais aussi aux professionnels de ce domaine. Les astronomes amateurs débutants devraient eux aussi y trouver des connaissances nouvelles grâce à la présentation concise

du système solaire, dans une optique gnomoniste.

L'auteur est lui-même astronome amateur depuis de nombreuses années et gnomoniste professionnel. Il a enseigné les mathématiques, les statistiques et l'informatique en Faculté des sciences économiques, à Abidjan et Aix-en-Provence. Il a été ensuite responsable de l'informatique dans un organisme régional du sud de la France, avant de devenir informaticien indépendant en RFA et gnomoniste.