

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses

Band: 108 (1982)

Heft: 25

Artikel: Pouvoir séparateur et restitution de contraste: quels critères de qualité pour les optiques photographiques?

Autor: Heynacher, Erich / Köber, Fritz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-74694>

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: 30.03.2025

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

Pouvoir séparateur et restitution de contraste

Quels critères de qualité pour les optiques photographiques?

par Erich Heynacher et † Fritz Köber, Oberkochen (RFA)

L'intérêt pour la photographie — que ce soit dans un but professionnel ou en tant que loisirs d'amateur — ne cesse de croître; il n'est donc pas surprenant que soient posées des questions de plus en plus fréquentes sur les performances des différents objectifs, pour faciliter le choix d'un appareil de photo ou d'un nouvel objectif. Il n'est pas possible de répondre en quelques mots à ces questions, car la valeur d'un objectif dépend d'un grand nombre de facteurs. L'article qui suit apportera d'intéressantes indications à ceux qui se préoccupent de la qualité des images photographiques.

1. Des chiffres, s.v.p.!

On demande toujours au fabricant d'objectifs quel est le pouvoir séparateur¹ de ceux-ci, ce qui laisse supposer qu'il s'agit là d'un critère de qualité. L'industrie optique allemande se refuse toutefois à fournir des chiffres à ce sujet, pour trois raisons:

1. L'indication de valeurs chiffrées est très problématique. Pour se former un jugement valable sur la qualité d'un objectif, il faut connaître une série de données numériques, concernant notamment
 - la répartition de la netteté du centre de l'image jusqu'à son bord,
 - la fidélité de la reproduction pour différentes ouvertures de l'objectif, à commencer par la pleine ouverture,
 - l'éclairement du champ de l'image (vignettage),
 - la distorsion, etc.

Les nombreuses données doivent être évaluées l'une par rapport à l'autre; c'est ainsi qu'il convient d'attribuer aux différents points une pondération variant suivant s'il s'agit d'utiliser l'objectif pour la photographie générale, le portrait, l'agrandissement ou la reproduction. Une interprétation exempte de conclusions erronées n'est de la sorte possible que si l'on dispose d'une vaste expérience dans l'examen des objectifs photographiques. En outre, des indications sur les performances d'un objectif donné n'ont de valeur que si elles sont applicables à tous les objectifs de ce type, grâce à une très grande précision dans la fabrication en série.

¹ On parle également de pouvoir résolvant, de pouvoir de résolution, mais nous avons choisi d'utiliser celui de pouvoir séparateur (Réd.).

2. Lors de la détermination du pouvoir séparateur, des résultats complètement faussés peuvent être causés par le recours à des émulsions photographiques et des techniques de développement inhabituelles; tant qu'il n'existera pas de normes à ce sujet, on verra l'utilisation de procédés de mesures « embellissant » le résultat mais ne correspondant pas à la pratique.
3. Finalement — et c'est la raison déterminante du refus de l'industrie optique allemande d'indiquer des chiffres quant au pouvoir séparateur — cette caractéristique n'a pas la valeur de critère de qualité qu'on lui attribue trop souvent. Il s'agit là pour l'instant d'une affirmation qui va être prouvée dans la suite de cet article.

2. Le pouvoir séparateur: un étalon?

On a pris quelques photographies dans lesquelles la qualité de reproduction est uniforme sur tout le champ de l'image, donc où ne se pose pas de problèmes de mesure de la netteté au centre et sur les bords, ni de vignettage ni de distorsion. Il nous est loisible d'utiliser ces photos pour des comparaisons de qualité de l'image entre elles.

Considérons tout d'abord les figures 1 et 2. Toutes deux sont de mauvaise qualité. Mais s'il fallait choisir la meilleure, laquelle serait préférée? Au premier abord, on se déciderait certainement pour la figure 2, comme l'ont fait tous ceux à qui ont été soumises ces photos. La figure 2 paraît bien mieux contrastée que la figure 1, qui donne l'impression d'être surexposée. En y regardant de plus près, on remarquera toutefois que la figure 1 présente un bien meilleur pouvoir séparateur et une netteté de contour très supérieure à la figure 2, qui, vue de plus près, est assez floue. Nous

Cet article, paru dans les *Informations Zeiss* N° 51 (p. 29-32), constitue une excellente explication d'un critère de qualité aujourd'hui fréquemment utilisé pour caractériser les objectifs photographiques. On le retrouve dans les tests comparatifs publiés par certaines revues photographiques, et la maison Carl Zeiss, par exemple, livre avec ses objectifs de haute qualité les courbes de restitution de contraste pour 3 fréquences. La signification de ces courbes n'étant pas toujours connue même des professionnels ou des amateurs éclairés, il nous a paru intéressant de proposer cet article à nos lecteurs. Nous remercions sincèrement Carl Zeiss d'avoir aimablement donné son accord à cet effet.

Rédaction

ne savons pas quelle photo le lecteur préférera finalement; ce choix dépend largement du point de vue de l'observateur. Mais en aucun cas la figure 1 ne sera préférée dans la mesure où l'on pourrait s'y attendre sur la base du pouvoir séparateur. En effet, ce dernier est pour la figure 1 le double de celui de la figure 2.

Considérons maintenant les figures 3 et 4. Elles présentent incontestablement une bien meilleure qualité d'image que les précédentes, tout au moins pour la figure 4. Cependant, la figure 3 a un pouvoir séparateur supérieur, ce dont on peut se rendre compte en examinant les décorations du sceptre et de la couronne ainsi que les ornements du manteau. On ne le constate toutefois que lors d'un examen approfondi. Le pouvoir séparateur plus élevé se révèle sans influence en ce qui concerne l'impression visuelle.

En utilisant des photographies de bien meilleure qualité d'image, il serait possible de présenter des exemples de reproduction bien plus frappants. Cela n'est malheureusement pas possible ici, car le tramage utilisé pour le procédé d'impression fait perdre la finesse de détails qui aurait prouvé qu'en fait la plus mauvaise photo peut présenter le meilleur pouvoir séparateur. Nous pouvons par contre créer artificiellement des conditions semblables à celles de très bonnes photos. Il suffit pour cela de choisir une plus grande distance d'observation: au lieu de la « distance de vision normale » (soit 25 cm environ entre œil et photo), on examinera les photos d'une distance d'un à deux mètres, par exemple. Il ne peut alors plus subsister de doutes quant à la meilleure photo et l'on constate l'inutilité d'un haut pouvoir séparateur. En effet, on ne distingue plus rien des détails les plus fins reproduits sur la figure 3: peu importe donc qu'ils soient encore restitués ou non.

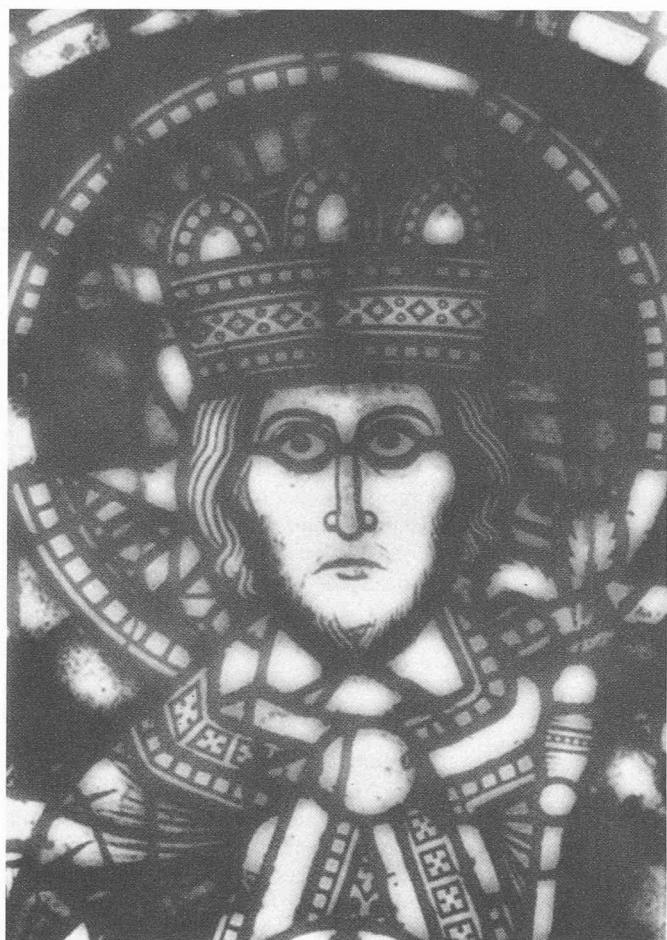


Fig. 1. — Vitrail de la cathédrale de Strasbourg: l'empereur Henri II.



Fig. 2. — Même sujet que la fig. 1.

Nos exemples nous ont montré qu'il peut y avoir de mauvaises images avec un bon pouvoir séparateur et de bonnes photos avec un pouvoir de séparation moyen. Deux photos avec un pouvoir séparateur identique peuvent présenter une qualité fondamentalement différente. Comparons maintenant les figures 1 et 4 à une distance d'un mètre environ! Les deux photos présentent le même pouvoir de séparation, mais quelle différence entre elles dans la qualité de l'image! Le pouvoir séparateur est donc tout à fait inadéquat en tant qu'étalon de qualité pour les objectifs photographiques — pour le moins comme seul critère — ce qu'il fallait démontrer.

3. Pas de feintes!

On pourrait éventuellement objecter que la raison de la mauvaise qualité des figures 1 et 3 réside essentiellement dans le fait que leur tirage est plus clair que celui des figures 2 et 4. Ces quatre exemples ont pourtant été réalisés avec les mêmes produits photographiques et le développement effectué exactement de la même façon. Il est vrai que le recours à des raffinements de la technique photographique (gradation de papier d'agrandissement plus dure, agitation dans le bain de développement, second

développement, etc.) permettrait d'améliorer la qualité des figures 1 et 3, mais le gain serait modeste, même pour des photos présentant une faible gamme de demi-tons comme nos exemples. Pour de véritables sujets en demi-tons, ces procédés n'apporteraient pratiquement pas d'amélioration, car toute tentative d'améliorer l'impression visuelle par l'utilisation de produits de gradation plus dure conduirait à fin contraire en

raison de la perte de rendu dans les demi-tons.

Mais alors, pourrait-on se demander, qu'est-ce qui distingue dans nos exemples la figure 4, à pouvoir séparateur moyen, de la figure 1, présentant le même pouvoir séparateur, et de la figure 3, à pouvoir plus élevé? A quel critère faut-il donc recourir comme étalon de qualité à la place du pouvoir séparateur?

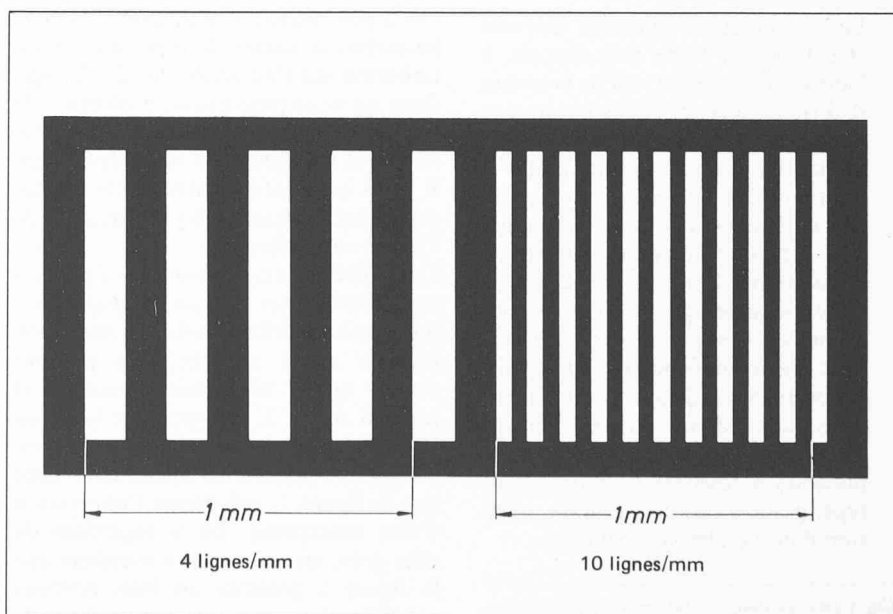


Fig. 5. — Exemples de trames utilisées pour la mesure de la restitution de contraste. La finesse du réseau est exprimée par le nombre de lignes par millimètre (fréquence).

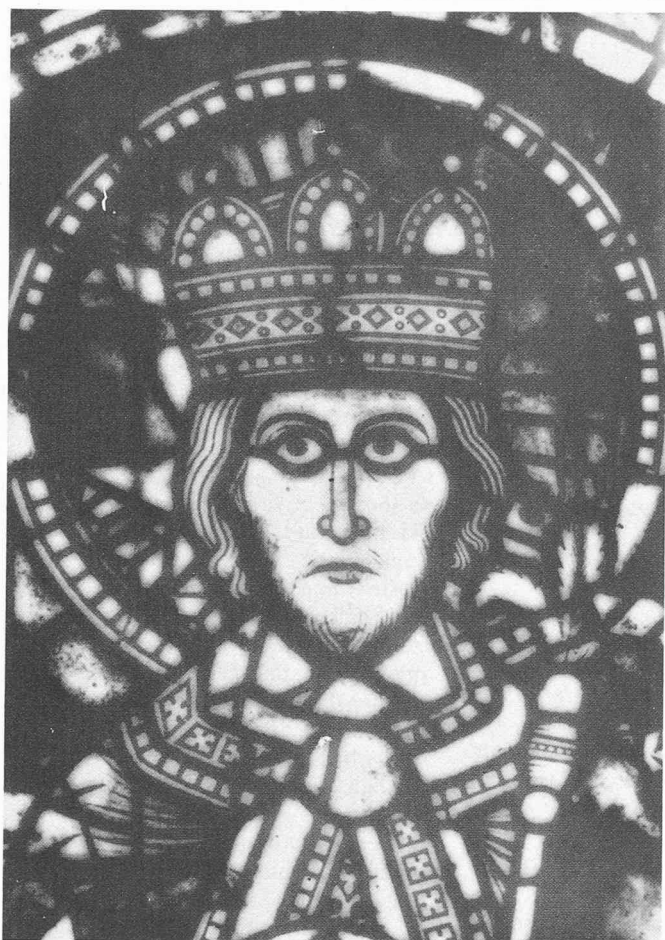


Fig. 3. — Même sujet que la fig. 1.



Fig. 4. — Même sujet que la fig. 1.

4. Le contraste, critère essentiel

Comme nous l'avons constaté à l'aide des photos présentées ici, la qualité est moins influencée par la perception de détails très fins que par la manière dont sont restituées les structures plus grossières et facilement perceptibles. La

qualité est d'autant meilleure que le rapport entre les différentes luminosités — le contraste — est mieux rendu. Comme il est facile de le voir, cette fidélité de restitution du contraste par une photo dépend de la finesse ou de la grossièreté de la structure considérée. Le contraste est toujours rendu de façon à peu près fidèle pour des structures grossières.

D'autre part, au-delà du pouvoir séparateur, il ne saurait naturellement plus être question de « fidélité » dans la restitution du contraste. Des structures d'une finesse comprise entre ces deux extrêmes ne sont plus rendues de façon absolument fidèle, mais avec un plus ou moins bon contraste.

Pour approfondir les propriétés de restitution d'un système optique, il est donc certainement judicieux de déterminer la capacité de restitution du contraste en fonction de la grandeur des détails. Pour mesurer le contraste, on utilise des sujets très simples, comme des réseaux de lignes claires sur fond noir, avec des largeurs de lignes et d'espaces identiques, la mesure de la finesse des détails étant donnée par le nombre de lignes au millimètre. La figure 5 reproduit deux mires de cette sorte. La figure 6 indique la restitution du contraste en fonction de la finesse de la trame utilisée. La ligne 5, en pointillé, correspond à la restitution du contraste pour une reproduction idéale, d'une fidélité optique absolue². Les courbes 1 à 4 représentent les

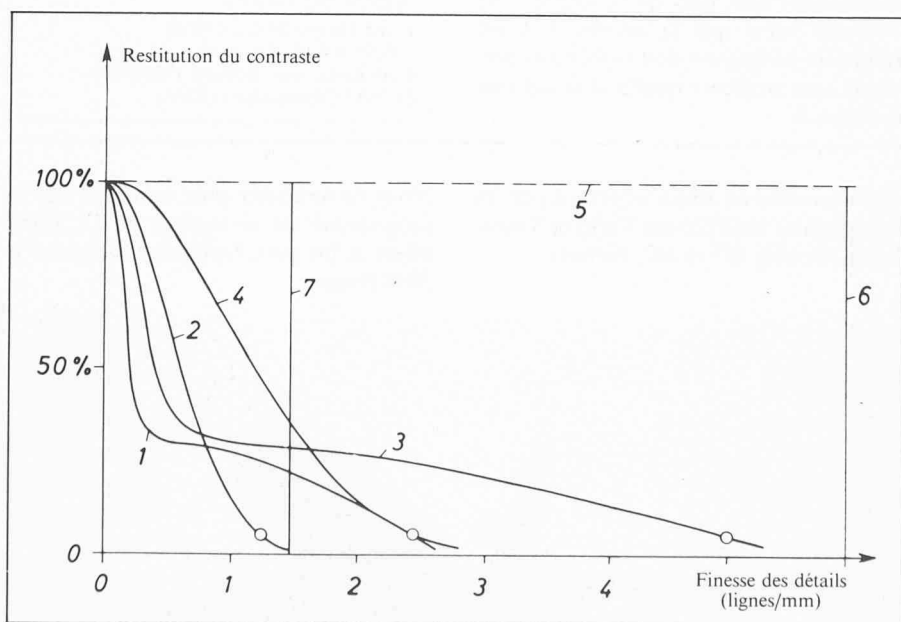


Fig. 6. — Courbes de restitution de contraste pour la reproduction idéale (5) et les exemples des figures 1 à 4 (courbes 1-4). La limite de résolution de l'œil est représentée par la verticale 6 pour une distance d'observation de 25 cm et par la verticale 7 pour 1 m. Les chiffres donnés pour la finesse des détails pourraient, multipliés par 10, représenter les nombres de lignes par millimètre correspondant dans les négatifs.

² Cette fidélité absolue ne peut être atteinte en pratique: même pour un objectif parfait, il se produit une perte de netteté du fait de la diffraction de la lumière sur le pourtour du diaphragme et de la diffusion de la lumière dans toute couche photographique. Chaque perte de netteté se traduit évidemment par une perte dans la restitution du contraste.

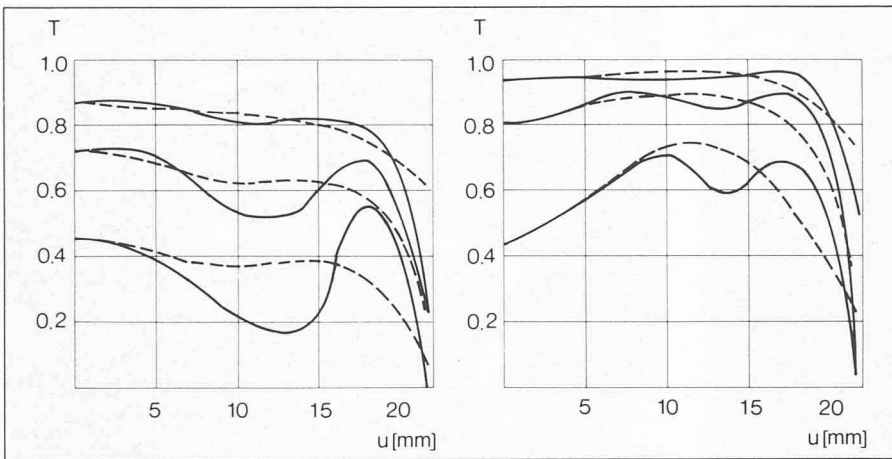


Fig. 7. — Exemple de diagrammes MTF pour l'objectif Carl Zeiss Tessar T* 2,8/45 mm, pour deux ouvertures de diaphragme: 2,8 (à gauche) et 5,6 (à droite). Les trois groupes de courbes correspondent à des fréquences de 10, 20 et 40 lignes/mm. Les lignes pointillées indiquent que la trame est orientée tangentielle, radialement pour les lignes pleines.

restitutions de contraste pour nos quatre exemples de reproduction, le chiffre correspondant au numéro de la figure. On constate que la restitution du contraste de la figure 1 est déjà fortement réduite pour des détails grossiers (peu de lignes/millimètre). C'est pourquoi la photo semble « floue » ou « sur-exposée ». La restitution de contraste de la figure 2 s'écarte moins rapidement de la valeur idéale. C'est pourquoi la photo paraît plus riche en contraste. Par contre, la figure 1 restitue des détails plus fins que la figure 2, bien que le contraste soit plus faible. Cependant, il suffit de faibles contrastes pour reconnaître de fins détails. Dans des conditions d'observation favorables, 5% environ suffisent. Cette valeur est marquée d'un cercle sur chacune des courbes. Cela indique la limite du pouvoir séparateur, la valeur de ce dernier étant donnée par le nombre correspondant de lignes/millimètre. La figure 1 présente donc un pouvoir séparateur double de celui de la figure 2 et égal à celui de la figure 4, comme nous l'avons déjà relevé plus haut en observant les photos. Il en est de même pour les fi-

gures 3 et 4, mais les courbes de restitution du contraste présentent des valeurs supérieures à celles des courbes 1 et 2 et fournissent donc une meilleure qualité d'image.

Tout cela peut donc être déduit des courbes de restitution de contraste présentées ici, mais on peut encore en savoir plus! Si l'on fait intervenir la limite de résolution de l'œil, cette limite (représentée par la verticale 6) sépare les détails visibles à l'œil, dans le domaine situé à gauche de la ligne, de celui des détails imperceptibles — donc sans intérêt — à droite. La ligne 6 s'applique à l'observation des photos à la distance de vision normale. Si l'on s'éloigne, on distingue des détails de moins en moins fins et la ligne limite se déplace d'autant vers la gauche. Pour une distance d'un mètre, par exemple, elle se trouve en position 7 et la courbe de restitution du contraste 4, dans le domaine des détails parfaitement perceptibles, se trouve maintenant plus près de la droite 5 de l'objectif idéal que la courbe 3. C'est pourquoi la figure 4 doit forcément présenter une meilleure qualité d'image que la figure 3.

Si l'on admet l'exactitude des faits présentés, on comprend pourquoi le pouvoir séparateur n'est en général pas approprié pour caractériser la qualité de reproduction des objectifs photographiques. Le pouvoir séparateur ne représente qu'un point de la courbe de restitution de contraste et — comme nous l'avons vu — un point qui, même pour de bonnes reproductions, se trouve à l'extérieur du domaine significatif. Ce qui est déterminant, c'est la restitution du contraste dans le domaine des détails qui peuvent être perçus par l'œil dans des conditions normales d'observation des photos.

Au cours des quinze dernières années, la théorie de la restitution du contraste (la littérature spécialisée parle le plus souvent de la transmission du contraste³) par l'objectif et l'émulsion photographique a été traitée dans un très grand nombre de publications scientifiques; toute une série de principes de mesure de la restitution de contraste en fonction de la grandeur des détails ont fait l'objet de descriptions. Ces idées ont conduit l'industrie optique à développer des appareils mettant en œuvre des moyens mécaniques et plus particulièrement électroniques relativement importants. Le recours à de tels équipements se justifie toutefois, car ils permettent d'une part une rationalisation extraordinaire du contrôle de fabrication des appareils optiques et d'autre part l'acquisition de connaissances nouvelles essentielles permettant d'améliorer la qualité des systèmes optiques.

³ Les courbes de restitution de contraste sont généralement désignées sous l'abréviation MTF, pour *Modulation Transfer Factor*. (Réd.)

Adresse des auteurs:
 Erich Heynacher, D^r ès sc.
 † Fritz Köber, D^r ès sc.
 Carl Zeiss, case postale 1369/1380
 D-7082 Oberkochen (RFA)

A nos lecteurs

Kaléidoscope brésilien

12 juin - 2 juillet 1983

Sur ce thème, *Ingénieurs et architectes suisses* et le *Journal de la Construction* organisent avec la collaboration de *Wagons-lits Tourisme* un voyage accompagné spécialement élaboré pour les entrepreneurs, les ingénieurs et les architectes romands.

Il permettra aux participants de visiter sous la conduite de guides qualifiés la centrale hydro-électrique d'Itaipu, la capitale Brasilia et les villes de São Paulo, Belo Horizonte et Rio de Janeiro.

Les vols transatlantiques seront assurés par des DC-10 de Swissair, alors que les

déplacements au Brésil se feront par les compagnies brésiliennes Varig et Transbrasil (Boeing 727 et 737, Airbus).

Nous reviendrons plus en détail sur le programme de ce voyage de 12 jours, offert à un prix forfaitaire inférieur à 5000 francs.

