

# Etudes de faisabilité pour l'approvisionnement en eau de villes de province aux Philippines

Autor(en): **Simeoni, Gian-Pietro / Tripet, Jean-Pierre**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **110 (1984)**

Heft 10

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75301>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Etudes de faisabilité pour l'approvisionnement en eau de villes de province aux Philippines

Gian-Pietro Simeoni et Jean-Pierre Tripet, Baden

## Zusammenfassung

Die «Local Water Utilities Administration» (LWUA), ein Regierungsamt der Republik der Philippinen für die Förderung, Entwicklung und Finanzierung von Wasserversorgungsanlagen in der Provinz, hat ein Entwicklungsprogramm aufgestellt, das bis zum Jahre 2010 für eine grosse Zahl von Provinzstädten die Wasserversorgung sicherstellen soll. Im vorliegenden Artikel werden diejenigen Arbeiten, insbesondere aber die hydrogeologischen Untersuchungen beschrieben, welche im Rahmen der Faktibilitätsstudie für die Wasserversorgung von 40 Städten durchgeführt wurden. Alle diese Projekte werden durch die Weltbank finanziert.

Für jedes Untersuchungsgebiet wurde ein Inventar der verfügbaren Wasservorräte

(Grundwasser und Oberflächengewässer) erstellt. Dazu wurden geologische, hydrogeologische und hydrologische Untersuchungen durchgeführt. Dabei konnten sehr unterschiedliche wasserführende geologische Einheiten gefunden werden, z. B. rezente Alluvionen, verkarstete Kalke, pyroklastische Ablagerungen, zerklüftete Andesite. Die ermittelte Ergiebigkeit für Förderbrunnen beträgt in den günstigen Fällen 25 bis 50 l/s. Die verschiedenen Alternativen (Oberflächengewässer, Grundwasser, Quellen) für eine Erschließung der Wasservorräte wurden technisch und finanziell ausgewertet, wobei in den meisten Fällen die Evaluationsergebnisse zugunsten einer Grundwasser- oder Quellennutzung ausfielen.

## Abstract

The Local Water Utilities Administration (LWUA), a government agency of the Republic of the Philippines for the promotion, development and financing of provincial water works, is elaborating water supply development plans for a large number of provincial areas covering the period until the year 2010. The present paper describes, with emphasis on the presentation of the hydrogeological investigation, the works done within the framework of the feasibility studies for water supply projects of 40 provincial towns. These projects are financed by a World Bank loan.

For each area under study, an inventory of the available water resources including surface and ground water has been made. For this purpose, geological, hydrogeological and hydrological investigations have been performed. Quite different water bearing geological units have been identified and investigated with success, e.g. recent alluvium, karstified limestone, pyroclastic deposits, fractured andesite. In the favorable cases, the yield expected from exploitation wells ranges from 25 to 50 l/s. In the majority of the cases, the results of the technical and economical evaluation of the different alternatives (surface or ground water, springs) for the utilization of water resources favored ground water or spring exploitation.

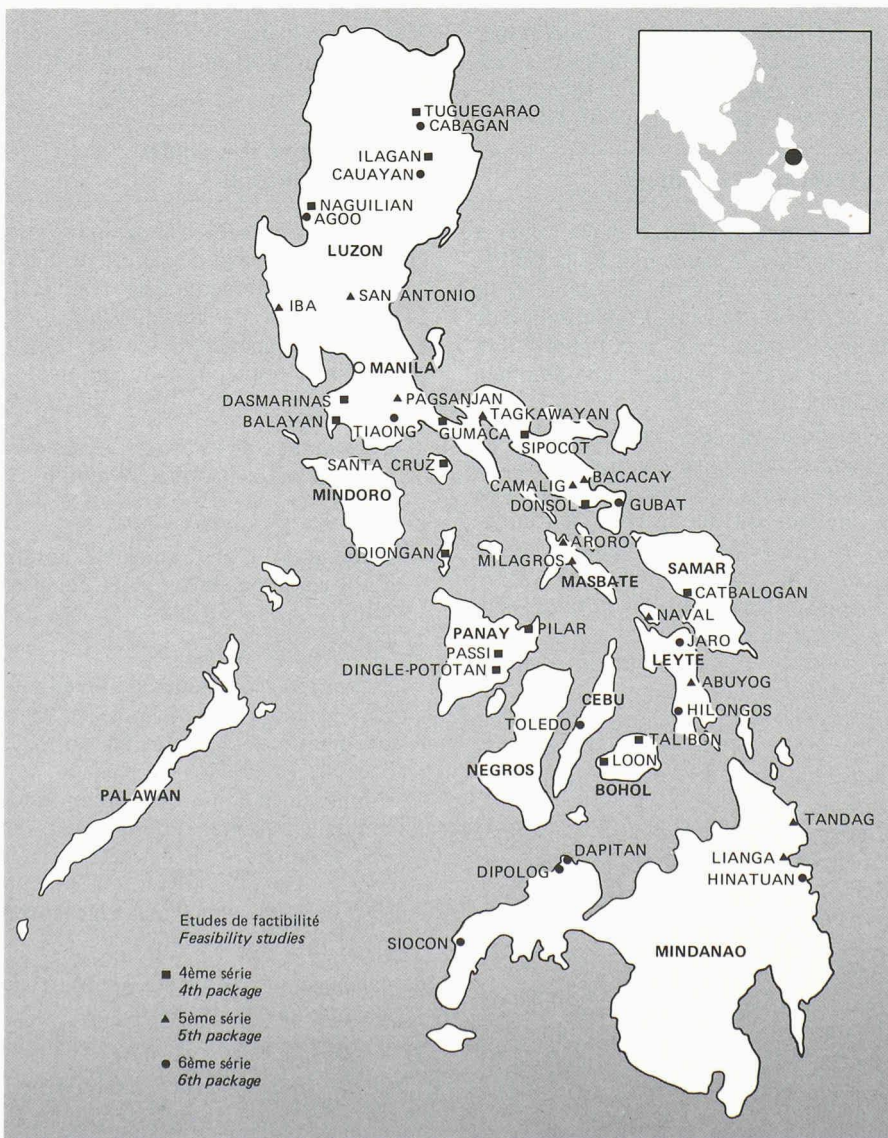


Fig. 1. — Situation des zones étudiées.

## 1. Introduction

La population des Philippines est supérieure à 50 millions d'habitants ce qui, pour une surface totale de 300 780 km<sup>2</sup>, représente une assez forte densité (environ 170 habitants par km<sup>2</sup>, valeur légèrement supérieure à celle de la Suisse). Les conditions d'approvisionnement en eau de nombreuses villes de province sont précaires; certaines localités ne possèdent aucun système de distribution d'eau, l'approvisionnement étant alors basé par exemple sur des puits isolés, excavés à la main ou forés. Le Gouvernement de la République des Philippines a attribué un caractère prioritaire à la mise à disposition de la population d'un système de distribution d'eau potable adapté à ses besoins. Par décret présidentiel, un service national pour l'approvisionnement en eau des villes de province (Local Water Utilities Administration, LWUA) est chargé de susciter la création et le développement de services des eaux municipaux (Water Districts) et de garantir le financement de ceux-ci. Pour chaque institution locale ainsi créée, la LWUA prépare un plan de développement s'étendant jusqu'à l'an 2010 et entreprend une étude de faisabilité suivie de l'élaboration du projet détaillé et des documents d'appel d'offres pour une première étape de construction. Ces études sont réalisées par le personnel technique de la LWUA sous forme de lots ou séries, groupant chacun plusieurs dizaines de projets.

Au début de 1979, la LWUA a chargé Motor-Columbus Ingénieurs-Conseils SA (Baden) de lui assurer une assistance technique et des services de consultant

dans le cadre de l'élaboration des études de faisabilité pour 16 villes de province appartenant à la 4<sup>e</sup> série de projets. A la fin de la même année, le mandat a été étendu à 12 projets de la 5<sup>e</sup> série et en août 1981 à 12 autres de la 6<sup>e</sup> série. La situation de ces projets est représentée à la figure 1. Finalement, en septembre 1981, Motor-Columbus a été chargée de l'élaboration des projets détaillés et des documents d'appel d'offres pour 10 villes appartenant à la 5<sup>e</sup> série.

Le personnel technique mis à disposition par le consultant est mentionné à la figure 2. Dans le cadre des études de faisabilité, qui font l'objet de la présente note, l'hydrogéologie a représenté une part importante des prestations fournies par le consultant. A côté d'un hydrogéologue résident affecté de manière permanente à ces études et assurant, pour la 6<sup>e</sup> série de projets, la direction du personnel expatrié, 4 hydrogéologues ont été chargés de missions d'une durée de deux à six mois.

Les études mentionnées sont financées par la Banque Mondiale. L'effort réalisé là correspond fort bien à la recommandation de l'ONU, qui a déclaré la présente décennie comme celle de l'alimentation en eau («United Nations International Drinking Water Supply and Sanitation Decade»). Le but est d'assurer d'ici à 1990 l'alimentation en eau potable à tous les peuples. D'après une estimation de l'Organisation mondiale de la santé, cela signifie qu'au cours de la présente décennie, l'alimentation en eau potable de 2 milliards d'êtres humains devra être prévue.

## 2. Conditions géologiques générales

L'archipel des Philippines comprend une série de bassins sédimentaires interconnectés, lesquels se sont formés à partir de l'Eocène et sont séparés généralement par des chaînes volcaniques. Les séries sédimentaires comprennent des formations clastiques allant des argilites aux conglomérats ainsi que des formations calcaires ou siliceuses. Le soubassement pré-éocène comprend des roches ignées, métamorphiques et sédimentaires. Les formations actuelles sont représentées surtout par des sables, graviers et argiles en partie alluviaux et par des calcaires récifaux. De nombreuses manifestations volcaniques, comme par exemple sources thermales, fumerolles et une dizaine de cônes volcaniques importants sont encore en activité. Les roches volcaniques (roches d'épanchement, pyroclastiques) présentent une large extension, elles constituent la source d'importantes séquences de matériaux détritiques d'origine ignée (notamment tufs volcaniques) déposées en milieu marin. Les chaînes volcaniques sous-marines représentent fréquemment la base sur laquelle s'édifient les récifs coralliens. Des roches intrusives appartenant à différentes pha-

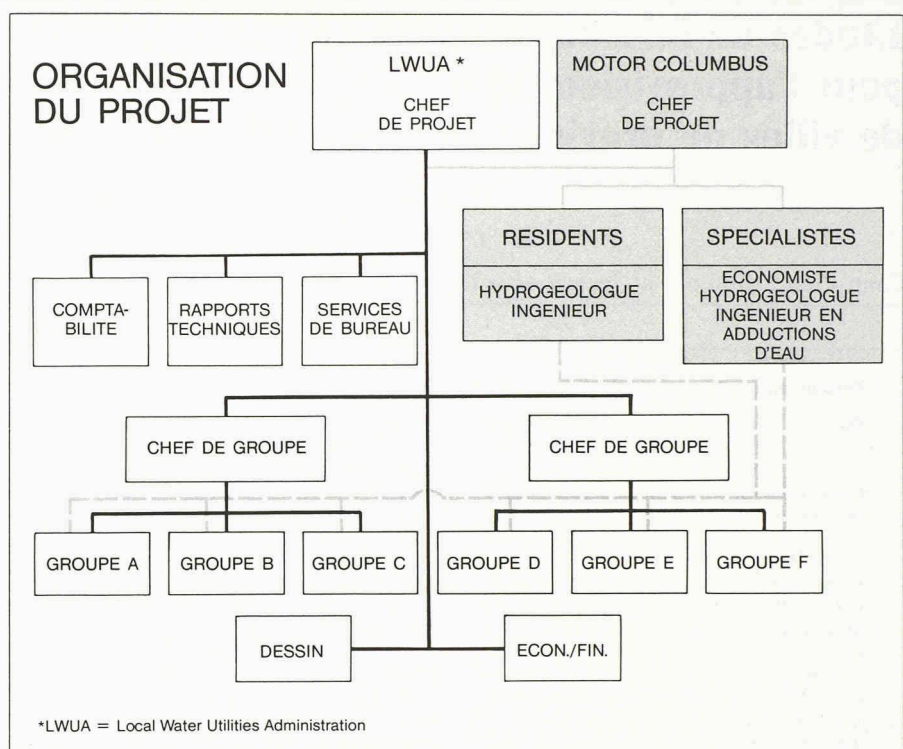


Fig. 2. — Organisation du projet.

ses (de pré-jurassique à néogène) sont également représentées.

Un élément tectonique d'importance régionale, la faille des Philippines, traverse l'archipel selon sa plus grande longueur, avec une direction SSE-NNW.

## 3. Tâches du consultant

La tâche du consultant était de former et de conseiller le personnel de la LWUA affecté à ces études de faisabilité et de superviser ses travaux. L'organisation du projet est représentée à la figure 2. Les prestations du consultant comprennent notamment :

- élaboration de recommandations appropriées aux conditions locales concernant l'établissement du programme d'étude et son application ;
- activité de conseiller pendant les travaux de terrain et de bureau ;
- transmission du savoir-faire sous forme de séminaires ;
- contrôle et discussion des rapports finals.

Une des premières tâches a consisté en la préparation d'un manuel technique destiné à servir de référence pour l'ensemble des études.

Concernant la formation du personnel, un effort particulier a été fait afin d'associer aussi étroitement que possible la transmission des connaissances théoriques avec le déroulement pratique des travaux («on-the-job training»).

Les activités spécifiquement géologiques ont été prises en charge complètement par l'hydrogéologue du consultant. L'hydrogéologue a de même participé de manière très active à la prise de décisions importantes telles que répartition et implantation des forages, recours aux

méthodes géophysiques et mise en place du programme d'application de ces dernières, formulation des différentes alternatives pour la mise en valeur des ressources en eau.

## 4. Programme des études hydrogéologiques

Pour chaque projet, le programme des études hydrogéologiques a été établi et adapté à partir du même schéma général. Les méthodes de reconnaissance et d'études correspondantes et les principaux résultats obtenus sont commentés ci-dessous.

a) *Compilation des données existantes, première reconnaissance de terrain*

b) *Inventaire des points d'eau*

Elaboration d'un fichier de points d'eau comprenant les puits, forages, sources et cours d'eau.

c) *Cartographie géologique*

Les cartes géologiques de détail faisant généralement défaut, un lever géologique de la zone du projet à l'échelle 1 : 50 000 a été réalisé.

L'importance d'un tel document est à souligner ; par les interpolations et extrapolations qu'il permet, celui-ci constitue en effet la base sur laquelle repose le développement de toute étude hydrogéologique.

d) *Pompages d'essai dans un choix de puits ou forages existants*

e) *Stations de mesure de débit*

Le cas échéant, un choix de sources ou de petits cours d'eau a été équipé de déversoirs afin de permettre une observation périodique du débit.

f) *Campagnes géophysiques*

La prospection électrique a représenté dans le cas de nombreux projets un moyen efficace de compléter le modèle géologique, d'identifier les aquifères potentiels et de proposer des emplacements de forages. Ces campagnes ont été réalisées dans la plupart des cas par les collaborateurs de la LWUA ; ce personnel a été formé à ces méthodes par les spécialistes du consultant, lesquels ont également assuré la supervision des campagnes de mesure et des travaux d'interprétation.

g) *Forages de reconnaissance*

En raison du nombre limité de forages possibles dans le cadre des études de faisabilité, l'hydrogéologue a donné la priorité aux zones dans lesquelles le plus grand nombre de questions hydrogéologiques restaient à résoudre et par conséquent à celles où un forage était le plus nécessaire afin de pouvoir estimer de manière raisonnable les ressources en eaux souterraines. Tenu compte de ce critère, les forages de reconnaissance ont été implantés et dimensionnés de manière à pouvoir être convertis en forages d'exploitation.

Des pompages d'essai ont été exécutés dans les forages afin de déterminer les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage (débit, rabattement) et de l'aquifère (coefficient de perméabilité). Des échantillons d'eau ont été prélevés pour déterminer la qualité de l'eau en laboratoire.

h) *Bilan hydrologique*

L'estimation des paramètres hydro-météorologiques, qui permet d'évaluer l'alimentation des systèmes d'écoulement souterrain, a été faite de manière simplifiée à partir des données existantes.

i) *Synthèse et interprétation*

La synthèse des résultats a été entreprise de manière à obtenir un modèle hydrogéologique de la zone du projet et une estimation des ressources en eau exploitables. Diverses alternatives pour des plans de mise en valeur des eaux souterraines (ou le cas échéant des eaux de surface) ont été proposées, compte tenu de l'estimation des besoins en eau pour l'année 1990 (1<sup>re</sup> phase d'exécution) respectivement 2010.

Ces diverses alternatives ont été évaluées techniquement et financièrement afin de déterminer la faisabilité des projets. Les critères de faisabilité jouent un rôle primordial dont l'hydrogéologue a dû tenir compte durant tout le déroulement de l'étude. Dans la majorité des cas, l'exploitation des eaux souterraines est apparue avantageuse par rapport à l'utilisation des

eaux de surface. Cette dernière implique notamment de coûteuses installations de traitement.

## 5. Résultats obtenus

A titre d'exemple, les résultats de la prospection d'eau souterraine obtenus pour un choix de projets représentatifs de divers types d'aquifères sont résumés ci-dessous (situation des projets, voir fig. 1).

a) *Alluvions récentes grossières*

*Projet*: Tuguegarao (province: Cagayan)

*Conditions géologiques*: sables et graviers alluviaux récents (aquifères, épaisseur 15-20 m) sur alternance d'argilites et de grès miocènes, imperméables. En surface, couverture argileuse à limoneuse, épaisseur de 10 à 20 m. Aquifère en partie captif, bonnes possibilités de recharge latérale par infiltration à partir de la surface et par contact direct avec rivière.

*Méthodes particulières de prospection*: géoélectrique et forage de reconnaissance.

*Forage de reconnaissance*: profondeur 100 m;

transmissivité  $T = 9,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  
coefficient de perméabilité  $k = 2,7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ ;

capacité spécifique environ 20 l/s/m.

*Solution recommandée pour couvrir les besoins jusqu'à l'an 2010*: exploitation de l'eau souterraine par puits (débit prévu par puits: 50 l/s) et captage de sources.

b) *Calcaires karstifiés*

*Projet*: Loon (province: Bohol)

*Conditions géologiques*: calcaires coralligènes poreux, pléistocènes (Maribojoc Limestone), fissurés et karstifiés, aquifères, épaisseur jusqu'à 100 m, sur argilites schisteuses imperméables.

Bonnes possibilités de recharge par infiltration à partir de la surface.

*Méthodes particulières de prospection*: cartographie des éléments morphologiques et structuraux, forage de reconnaissance implanté dans zone de fracturation préférentielle présumée.

*Forage de reconnaissance*: profondeur 96 m;

transmissivité  $T = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  
coefficient de perméabilité  $k = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ;

capacité spécifique 1,35 l/s/m.

*Solution recommandée pour couvrir les besoins jusqu'à l'an 2010*: exploitation de l'eau souterraine des calcaires par puits (débit prévu par puits environ 20 l/s) et captage de sources karstiques.

*Problème particulier*: le rabattement dans les puits doit être limité afin d'éviter le risque d'intrusion d'eau salée (zone littorale).

c) *Matériaux pyroclastiques*

*Projet*: Balayan (province: Batangas)  
*Conditions géologiques*: matériaux pyroclastiques peu consolidés (cinérites et tufs), pléistocènes, aquifères, épaisseur 200 m, sur conglomérats, grès et argiles schisteuses. Un niveau compact divise la série pyroclastique en un aquifère supérieur libre et un aquifère profond captif.

Bonnes possibilités de recharge par infiltration à partir de la surface.

*Méthode particulière de prospection*: géoélectrique.

*Caractéristiques de l'aquifère* (pompages d'essai dans puits existants, puits incomplets):

transmissivité  $T = 0,1 \text{ à } 4,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ ;  
coefficient de perméabilité  $k = 0,15 \text{ à } 10 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ .

*Solution recommandée pour couvrir les besoins jusqu'à l'an 2010*: Exploitation de l'eau souterraine par puits (débit prévu par puits 25 à 30 l/s) ou captage d'eau de surface (rivière) par tranchées drainantes. L'analyse des alternatives a donné la préférence à la première solution.

d) *Andésites fissurées*

*Projet*: Naval (province: Leyte)

*Conditions géologiques et hydrogéologiques*: Andésites miocènes à pléistocènes, constituant un massif montagneux et recouvertes, au pied du versant, par des coulées boueuses consolidées et peu perméables.

Ces andésites sont fissurées et aquifères; l'eau souterraine se décharge sous forme de sources de débordement au contact avec les coulées boueuses. Les conditions de recharge par infiltration à partir de la surface sont bonnes. Le débit total de ces sources a été estimé supérieur à 200 l/s; l'une de ces sources, captée pour l'approvisionnement en eau de la localité de Naval, présente un débit minimum supérieur à 50 l/s.

*Solution recommandée pour couvrir les besoins jusqu'à l'an 2010*: dans une première phase, amélioration de l'actuel captage de source. Par la suite, captage d'eau souterraine par puits (débit prévu par puits 15 l/s) dans des alluvions deltaïques superposées aux coulées boueuses et éventuel appoint par captage d'eau de surface (rivière) au moyen d'une tranchée drainante.

## 6. Vue d'ensemble des solutions proposées

Les besoins en eau prévus pour 1990 sont compris, pour les 40 projets mentionnés, entre 440 m<sup>3</sup>/jour (Pilar, province de Capiz; population prévue 2000 habitants) et 6640 m<sup>3</sup>/jour (Tuguegarao, province de Cagayan; population prévue 41 100 habitants) et représentent un total de 80 600 m<sup>3</sup>/jour.

Les solutions proposées pour la mise en valeur des ressources en eau se répartissent de la manière suivante:

— Pour 38 des 40 projets étudiés, l'eau souterraine (sources comprises) constitue l'une au moins des ressources recommandées. Dans le cas de 34 projets, ce type de ressource représente la solution la plus favorable sans qu'une utilisation conjointe des eaux de surface ne soit nécessaire; ce dernier groupe se répartit de la manière suivante: exploitation de l'eau souterraine par puits, 23 cas; captage de sources, 7 cas; solution combinée (puits et sources), 4 cas.

— Pour 31 projets, un captage de l'eau souterraine par puits (généralement, puits forés) a été recommandé. Les aquifères concernés se répartissent de la manière suivante: dépôts alluviaux de vallées, 10 cas; dépôts alluviaux côtiers peu profonds, 6 cas; matériaux pyroclastiques, 4 cas; calcaires, 4 cas; sédiments clastiques de type marin, 3 cas; brèches volcaniques, 3 cas; andésites fissurées, 1 cas.

— Les sources dont le captage a été proposé constituent l'exutoire d'écoulements souterrains dans des calcaires (5 des projets étudiés), dans des matériaux pyroclastiques (3 projets) ou

dans des andésites fissurées (3 projets).

Adresse des auteurs:

Gian-Pietro Simeoni, hydrogéologue  
Jean-Pierre Tripet, D<sup>r</sup> sc., hydrogéologue principal  
Motor-Columbus  
Ingénieurs-Conseils SA  
Parkstrasse 27, CH-5401 Baden

Exposé présenté à la «Journée de printemps» du Groupe suisse des hydrogéologues (GSH) à La Neuveville, le 22 avril 1983.

## L'Europe dans la tourmente

par Francis Aerny, Lausanne

**La Société vaudoise des ingénieurs et architectes (SVIA) a tenu sa 110<sup>e</sup> assemblée générale à la Faculté des sciences humaines, à Dorigny, le 30 mars. Du rapport présidentiel de M. D. Mondada, comme de l'allocution prononcée par son successeur, M. R. Weibel, il ressort que la SVIA est sensible à la dégradation de l'image de la profession et à l'inflation administrative qui contribue à compliquer la procédure en vue de l'autorisation de construire et à l'allonger; cela se répercute sur les coûts, donc sur les loyers.**



La SVIA a engagé des pourparlers avec la commune de Lausanne afin d'obtenir une simplification de la procédure et un raccourcissement des délais. Il en va de même avec l'autorité cantonale puisque la SVIA est représentée dans une commission chargée de trouver les moyens d'alléger les procédures administratives; les progrès sont plus lents. Enfin, la société se propose de faire un effort d'information auprès du public pour dissiper malentendus et visions fausses.

### Les trois aspects du monde

M. le professeur Rieben, très en verve, présenta la situation de notre monde, son évolution et trois aspects particuliers qui conditionnent son avenir. Lorsqu'on considère la superficie des terres émergées, on est frappé par la petitesse de l'Europe comparée à l'immensité territoriale de la Russie, de la Chine, du Brésil, de l'Afrique même. Si l'on donne aux

La SVIA, section vaudoise de la SIA, avait convié un orateur prestigieux, le professeur Henri-Paul Rieben, de l'Université de Lausanne, à présenter un exposé à l'occasion de la 110<sup>e</sup> assemblée générale, le 30 mars dernier.

Cet hôte illustre a contribué à attirer l'attention de la presse vaudoise sur l'assemblée. Grâce à l'amabilité de la «Gazette de Lausanne», que nous remercions ici, de même que son correspondant, M. Francis Aerny, nous pouvons vous présenter ici le compte rendu de cette assemblée, vue de l'extérieur, tel qu'il a paru dans la «Gazette de Lausanne» du lundi 2 avril 1984.

pays une grandeur proportionnelle à leur population, la carte se modifie; la Chine et l'Inde sont les géants de notre planète. La carte se modifie encore si la grandeur est proportionnelle à la richesse des Etats. L'Europe réapparaît aux côtés du Japon, des Etats-Unis alors que l'URSS se rapetisse dans une certaine mesure par rapport à la carte des superficies. La prophétie de Tocqueville se réalise. Deux peuples occupant à l'origine un territoire peu peuplé marchent l'un contre l'autre en s'appuyant, l'un, sur la liberté, l'autre sur l'autorité.

### La Russie

Pour connaître un pays, il faut connaître sa géographie, son histoire et son peuple. Le livre du marquis de Custine reste le meilleur ouvrage de référence pour qui veut connaître le peuple russe. Il est semblable à une mer humaine qui envahit tout sauf lorsqu'elle rencontre un obstacle.

La marche vers les mers chaudes, Gengis-Khan, le césaropapisme byzantin, le complexe de l'encerclement sont des éléments qui influencent le comportement du peuple russe. Tant qu'il ne rencontre aucun obstacle à son expansion, il avance. Le gouvernement actuel bénéficie de trois outils bien au point: les Affaires étrangères, l'Armée rouge et le KGB,