Mesures propsées pour limiter l'emploi du sel de déneigement

Autor(en): **Knobel, Ulrich**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **108 (1982)**

Heft 21

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74684

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Mesures proposées pour limiter l'emploi du sel de déneigement

par Ulrich Knobel, Zurich

Attention à l'emploi du sel! Les chiffres élevés de la consommation de sel de déneigement en hiver 1981/82, l'augmentation des quantités de sel utilisées depuis quelques années et les effets secondaires nocifs de celui-ci à trop fortes concentrations ont provoqué la protestation non seulement des défenseurs de l'environnement, mais aussi d'une large fraction de la population. Les services chargés de l'entretien des routes ont la tâche peu facile de veiller d'une part à la sécurité routière, de n'utiliser d'autre part que le moins possible de fondants chimiques. Que faire? L'analyse de la situation a permis de distinguer pour l'essentiel six mesures à prendre, chacune pouvant contribuer à abaisser la consommation de NaCl, présentées ci-dessous.

1. Diminution de l'entretien hivernal des voies de circulation

On distingue à cet égard entre déblaiement de la neige et lutte contre le verglas. Pour le premier, on peut se demander s'il est possible de renoncer totalement à l'emploi du sel. Il a bien fallu se rendre à l'évidence, l'hiver dernier, que cette méthode pourtant très efficace a ses limites. Elle n'est praticable avec succès qu'en présence de gel permanent et sur des voies où un ralentissement marqué de la fluidité du trafic est admissible.

Ce type de déblaiement ne convient certainement pas aux routes principales de plaine, urbaines ou cantonales, contrairement aux routes peu fréquentées, sans trafic d'autobus et sans tronçons escarpés même avec un équipement d'hiver adapté aux véhicules. Les difficultés d'écoulement du trafic qui en résultent ont probablement un effet dissuasif.

Les faits sont légèrement différents en ce qui concerne la lutte contre le verglas: il n'est pas possible, à cause de la sécurité routière, de renoncer entièrement à l'emploi du sel. Rappelons-nous les divers accidents, parfois mortels, causés par le verglas. Mais sous certaines conditions, il est possible d'adopter le *dosage minimal de 5 à 10 g/m² au maximum* selon la norme SNV 640772 (tableau 1) recommandé par l'Union suisse des professionnels de la route (VSS).

La condition pour un bas dosage est un trafic d'une intensité suffisante (chaleur de frottement des pneumatiques et diminution du point de fusion par pression des pneus). En outre, les conditions météorologiques, la qualité du revêtement de la chaussée et l'humidité du sel jouent également un rôle. La pratique a confirmé qu'il est possible d'atteindre un résultat satisfaisant en service d'hiver avec de faibles dosages. Jusqu'à quel point ces mesures peuvent avoir un effet favorable sur le bilan du sel dépend évidemment des normes appliquées jusqu'ici.

TABLEAU 1: *Dosage recommandé selon normes SNV 640/772.*

Température de 0 °C à −10 °C (NaCl)	
Salage préventif	5 à 15 g/m²
Verglas	10 à 15 g/m²
Chute de neige	10 à 20 g/m²
Dosage de gravier	100 à 300 g/m²

2. Optimalisation du parc des épandeuses

Les caractéristiques techniques des épandeuses, c'est-à-dire par exemple la zone de dispersion, le confort de manœuvre et la précision du dosage sont d'une grande importance pour une utilisation économique des fondants chimiques. Une étude à cet effet des diverses épandeuses de la ville de Zurich a montré les résultats indiqués dans le tableau 2. Malheureusement, toutes les épandeuses ne sont pas encore munies d'un dosage allant jusqu'à 5 g/m². De ce fait, un important facteur d'économie est exclu d'avance. La manœuvre des épandeuses examinées a lieu — suivant l'origine et l'année de construction — soit par téléguidage avec pupitre de commande (fig. 1), soit par régulateur tournant accolé à l'appareil (fig. 2), soit par réglage mécanique placé directement sur l'appareil (fig. 2). Le téléguidage est certainement la meilleure solution. Il permet toutes les manœuvres de service importantes (mise en marche, arrêt, réglage de la largeur de l'épandage) à partir de la cabine de commande sans que le conducteur ait besoin d'arrêter la machine ou d'en sortir. Une solution acceptable est aussi représentée par deux régulateurs accolés à l'appareil (réglage de la largeur et du dosage du débit d'épandage), pour autant qu'on puisse les manœuvrer de la cabine du conducteur. Par contre, tous les mécanismes d'ajustement doivent pouvoir être manipulés directement à l'épandeuse, car quel conducteur aimerait sortir d'une cabine bien chauffée pour procéder à des manipulations quelconques? De ce point de vue, le téléguidage peut même contribuer, dans certains cas, à économiser du sel. En ce qui concerne enfin la précision du dosage, les résultats d'essais ne sont entièrement satisfaisants que dans certains cas isolés. Des écarts de ±20% et même sensiblement plus (!) ne sont pas tolérables. La précision remarquable des remorques-épandeuses plus âgées est frappante (500 à 1500 l). Les épandeuses indépendantes du tracé et dont les échelles de réglage sont étalonnées pour une certaine vitesse de déplacement, par exemple 20 km/h, sont particulièrement problématiques. Si

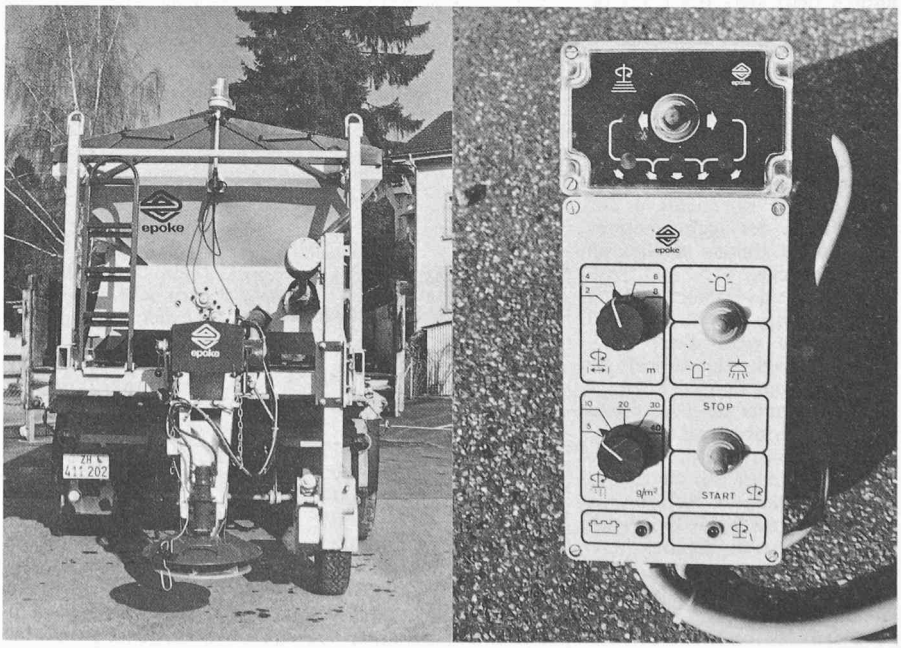


Fig. 1. — Véhicule à module d'épandage téléguidé.

TABLEAU 2: *Données techniques et résultats des mesures de différents types d'épandeuses.*

Véhicule à module d'épandage								Moyenne des résultats des mesures	
Année de construction	Contenu du réservoir	Dosage d'épandage		Vitesse de déplacement du véhicule	Largeur d'épandage	Palier de réglage	g/m²	Largeur d'épandage	
	l	Paliers	g/m²	km/h	m			m	g/m²
1980	4000[1]		10–40	20	6		10	6	0
				20	6		20	6	20,9
				20	6		30	6	36,8
1981	3000[1]		5–40	20	4–5		5	4–5	5,2
				20	4–5		10	4–5	15,2
				20	4–5		22	4–5	19,5
				20	4–5		30	4–5	22,8
1981	3000[1]		5–40	20	4–5		5	4–5	5,6
				20	4–5		10	4–5	10,9
				20	4–5		20	4–5	25,7
				20	4–5		30	4–5	29,2
1981	3000[1]		5–40	20	4–5		10	4–5	6,9
				20	4–5		20	4–5	14,1
				20	4–5		30	4–5	29,5
1972	2000[1]		10–40	20	4–5		10	4–5	17,8
				20	4–5		20	4–5	43,0
				20	4–5		30	4–5	50,1
1981	500		0–40	10	2		5	2,3	9,6
				10	2		10	2,3	23,0
				10	2		15	2,3	34,4
1971	500	1–10		10	2	1		2,3	21,6
				10	2	2		2,3	42,9
				10	2	3		2,3	67,7
1971	500	1–10		10	2	1		2,3	19,6
				10	2	2		2,3	54,9
				10	2	3		2,3	82,9
				10	2	10		2,3	171,3
1980	200			20	3		5	3	6,6
				20	3		10	3	9,6
				20	3		20	3	14,3
				20	3		30	3	20,2

[1] Téléguidage de la cabine

TABLEAU 3

Epandeuse tractée								Moyenne des résultats des mesures	
Année de construction	Contenu du réservoir	Dosage d'épandage		Vitesse de déplacement du véhicule	Largeur d'épandage	Palier de réglage	g/m²	Largeur d'épandage	
	l	Paliers	g/m²	km/h	m			m	g/m²
1971	3000		10–40	20	5		10	5	7,7
				20	5		20	5	16,0
				20	5		40	5	42,0
1971	2500		10–40	20	5		10	5	4,2
				20	5		20	5	4,7
				20	5		40	5	34,1
1971	1500	1–4		20	4–5	1		4–5	6,2
				20	4–5	2		4–5	8,6
				20	4–5	3		4–5	17,3
1971	1000	1–4		20	4–5	1		4–5	8,4
				20	4–5	2		4–5	12,5
				20	4–5	3		4–5	19,1
1971	500	1–4		20	4–5	1		4–5	4,9
				20	4–5	2		4–5	8,9
				20	4–5	3		4–5	18,7
1971	500	1–4		20	4–5	1		4–5	2,2
				20	4–5	2		4–5	3,6
				20	4–5	3		4–5	13,3

cette vitesse n'est pas atteinte lors du service d'hiver, sur les trottoirs par exemple, les quantités de sel répandues seront beaucoup trop élevées. Comme le montrent clairement les résultats, il faut toujours examiner la précision du dosage des épandeuses et — le cas échéant — procéder aux ajustements nécessaires. Les débits d'épandage (g/m^2) se déterminent en roulant au-dessus d'une pièce de plastique (mesures = largeur d'épandage × 5,0 m); le sel dispersé est ensuite ramassé et pesé à l'aide d'une balance de précision. Bien entendu, ces mesures ne prétendent pas à une exactitude scientifique absolue, mais elles permettent une détermination suffisante au point de vue technique. L'épandeuse moderne doit répondre avant tout aux exigences suivantes:

a) possibilité de manœuvre selon la route à suivre;
b) manœuvre téléguidée à adaptation automatique des quantités d'épandage choisies selon la largeur d'épandage et la vitesse de déplacement;
c) exactitude suffisante du dosage, avec un écart maximal de ± 15% (sel sec);
d) possibilité de dosage de 5 à 40 g/m^2 limité à volonté (p. ex. à 20 g/m^2).

Il sera certainement possible, surtout à l'époque de l'astronautique et du micro-ordinateur, d'observer ces exigences pour chaque type d'appareil.

3. Contrôles sur place

Un facteur important pour l'amélioration du bilan du sel est la mesure systématique du débit de sel sur la totalité du réseau routier. Pour effectuer ces tâches de contrôle, l'expérience a montré qu'il valait mieux s'adresser à un collaborateur indépendant, ne provenant pas d'une équipe assurant le service d'hiver. A l'aide d'un pèse-sel «Sobo 20» (fig. 4), on procède à des mesures de contrôle d'après un certain programme (au début et à la fin du service d'hiver) et on les reporte sur une formule spéciale (tableau 5). Sur chaque côté de la route, on relève trois mesures à 10 mètres l'une de l'autre et on en prend la moyenne. De plus, on prend note de l'état de la route, du temps, de la température du sol et de l'air. On en tire les conclusions voulues et on décide les mesures d'économie qui s'imposent.

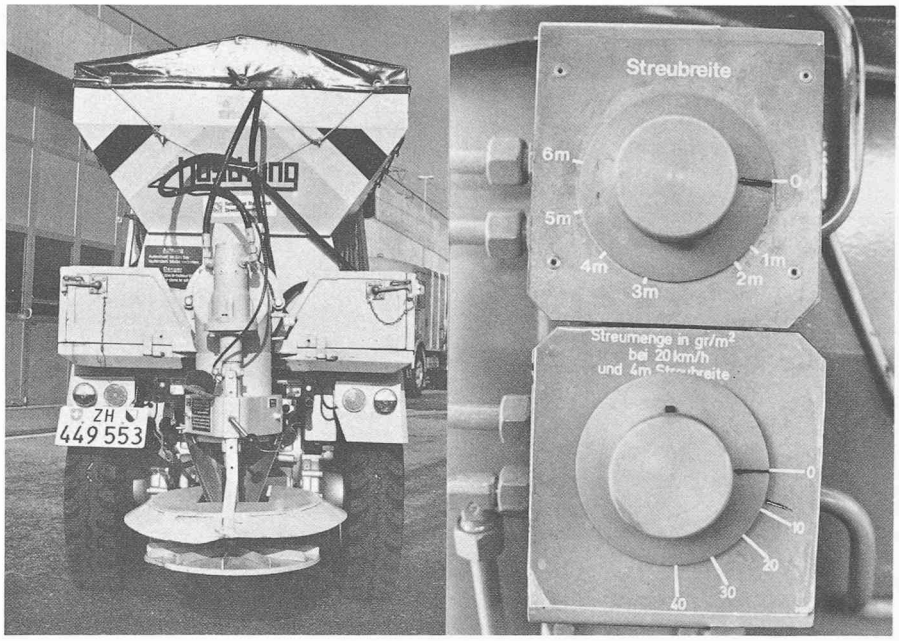


Fig. 2. — Véhicule à module d'épandage à réglage rotatif.

4. Informations plus précises au sujet de la lutte antiverglas

Le nombre d'interventions (salages préventifs) concernant la lutte contre le verglas a une influence prépondérante sur la consommation totale de sel. La décision de saler ou de ne pas saler dans une situation donnée peut ainsi devenir un facteur d'économie important. Le préposé peut normalement avoir recours, pour prendre sa décision, aux patrouilles de police, à ses propres observations et à celles du personnel d'entretien, aux transports publics, à la centrale météorologique et, le cas échéant, au bureau pour la coordination du trafic.
Mais toutes ces sources d'information présentent le défaut essentiel de ne décrire que l'état général de la route, sans prévoir la formation locale de verglas. Depuis quelques années, des appareils avertisseurs du danger de verglas se trouvent dans le commerce. Ces instruments, peu sûrs à l'origine, ont été améliorés ces dernières années et ont fait leurs preuves pour le service d'hiver. On peut les désigner aujourd'hui à bon droit comme systèmes d'avertissement de verglas à plusieurs degrés (tableau 6). Sur la base de ces nouvelles informations électroniques, il sera possible, selon les résultats expérimentaux, d'atteindre une réduction spécifique de consommation du sel de 15 à 30% à condition de disposer d'un nombre suffisant de points de mesure, disposés correctement.

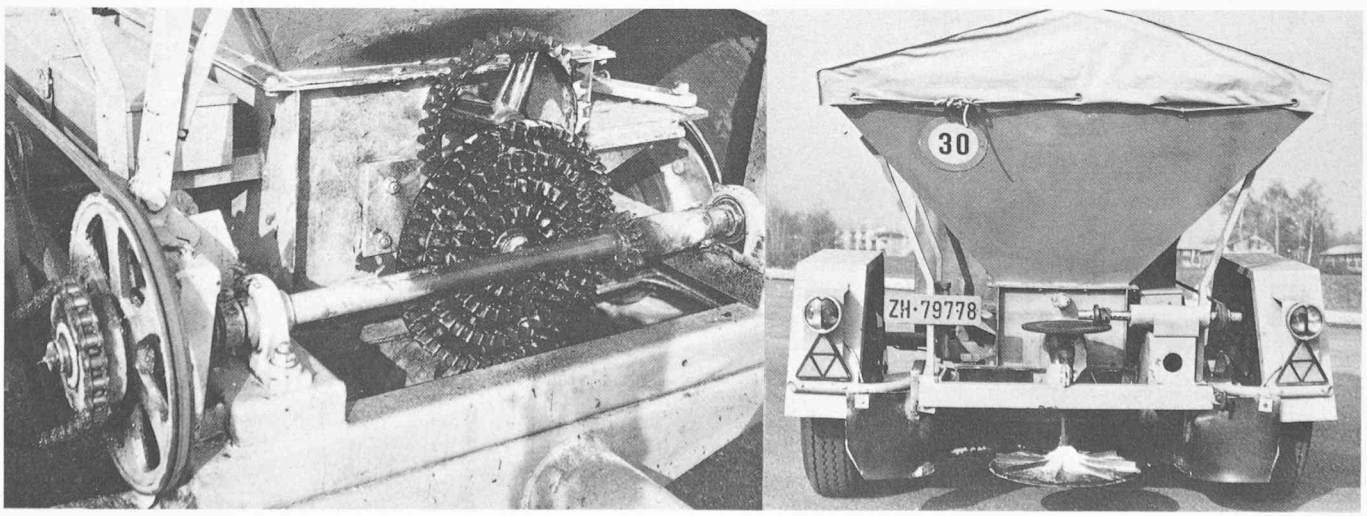


Fig. 3. — Epandeuse tractée à réglage mécanique.

TABLEAU 4: *Parc comparatif des épandeuses.*

	Bâle	Berne	Lucerne	Saint-Gall	Winterthour	Zurich
Nombre d'habitants	202438	143703	64189	71302	87678	375000
Réseau routier	306 km	360 km	173 km	179 km	335 km	835 km
Equipement						
Véh. à mod. d'épandage 6000 l	1	1	2			
5000 l		6				
4000 l						1
3000–4000 l				3		3
2000–3000 l	8			1		
1500 l			2		4	3
1200 l						1
1000 l					2	4
Bis 500 l		2[1]	5[1]	6[1]	9[1]	31[1]
Epandeuses tractées 5000 l		1				
3000 l						5
2500 l				2		3
2000 l						1
1500 l						12
1000 l						6
500–1000 l			1	7		7
Bis 500 l	35			4	13	11
Total nombre d'épandeuses	44	10	10	23	28	88

[1] Salage à l'aller seulement

TABLEAU 5: *Mesures de sel par l'inspection des routes de la ville de Zurich*

Points de mesure			Etat de la chaussée							Temps					Temp.		Quantité de sel (g/m²)						
Date	Heure	Lieu	Neige fraîche	Déblayée	Neige fondante	Partiellement verglacée	Verglacée	Mouillée	Sèche	Clair	Nuageux	Brouillard	Pluie	Neige	Sol	Air	1	2	3	4	5	6	Moyenne
16.1.	8.00	Thurgauerstrasse Oerlikerhus	×				×			×						+1	10	11	5	6	9	15	9,3
16.1.	8.30	Wehntalerstr. 350 *nach Salzmaschine	×				×				×					+3	4	9	30	18	21	12	15,7
16.1.	9.10	Post Höngg Gsteigstrasse					×				×					+2	12	22	24	26	20	18	20,3
16.1.	9.30	Europabrücke Haltestelle Tüffenwies	×	×							×					+3	24	24	18	18	16	18	19,7
16.1.	10.25	Triemli Restaurant Forsthaus					×				×					+3	15	18	18	16	15	15	15,7
16.1.	10.45	Hardbrücke Haltestelle Escher-Wyss					×				×					+2	3	3	3	3	3	3	3
5.2.	7.35	Wehntalerstrasse 160				×					×					+3	2	4	1	1	0	0	1,3
5.2.	7.45	Wehntalerstrasse 224				×					×					+3	0	0	0	0	0	4	0
5.2.	8.15	Wehntalerstrasse 530				×					×					+4	5	2	2	1	5	2	2,8
5.2.	8.50	Europabrücke Haltestelle Tüffenwies						×			×					+4	6	4	5	0	4	2	3,5
5.2.	9.15	Triemli Restaurant Forsthaus					×				×					+5	5	5	6	8	6	6	6
5.2.	10.15	Bergstrasse 20					×				×					+4	4	6	5	5	2	5	4,5
5.2.	10.35	Überlandstrasse Glattstegweg					×				×					+5	3	4	6	7	6	6	5,3

TABLEAU 6: *Paliers d'alerte précoce au verglas.*

Etape 1 « Attention »

— Température du sol ou de l'air ⩽ 0 °C

— Chaussée humide

→ Tournée de contrôle aux endroits exposés

Etape 2 « Danger de verglas »
Les fondants suffisent encore, mais en cas de baisse de la température de 2 °C, formation de verglas

→ Engagement préventif ou imminent

Etape 3 « Verglas en formation »
→ Engagement

5. Optimalisation des itinéraires et du nombre de véhicules

Un facteur important du point de vue économique est l'utilisation d'un *plan d'engagement* soigneusement élaboré pour chaque véhicule afin d'éviter autant que possible des chemins inutiles et répétés. L'expérience a montré l'uti-



Fig. 4. — Appareil de mesure de contrôle de l'épandage de sel.

lité de donner aux chauffeurs des plans détaillées indiquant la route à suivre. L'énumération des noms de rues ne suffit pas car le conducteur n'a pas une vue d'ensemble de la route à suivre. En faisant ces plans, il faut avant tout tenir compte de l'utilité, de la convenance de l'itinéraire, les limites des arrondissements et des districts étant considérées comme secondaires. Tout aussi importante est la détermination du nombre exact d'épandeuses réellement nécessaires pour un territoire donné. Chaque épandeuse en trop grève inutilement le bilan du sel. Il n'est pas possible de déterminer de façon générale le nombre optimal d'épandeuses à utiliser. On s'en sert en général en suivant son intuition ou encore selon le plan d'action informatique. Une comparaison du nombre des épandeuses des villes de Berne, Bâle, Lucerne, Saint-Gall, Winterthour et Zurich est indiquée sur le tableau 4 (état 1982).

6. Utilisation d'autres moyens d'épandage

Des revêtements empêchant la formation de glace, des mélanges de fondants chimiques à matières émoussantes, des alcools et glycols, des uréides techniques ou des sels adhésifs spéciaux — aucun de ces produits ne s'est montré capable de remplacer le sel, malgré toutes les recherches faites. N'y a-t-il donc aucun produit de remplacement? Si: le bon vieux gravillon!

Mais son emploi est assez problématique pour les routes à grande vitesse. Le gravier y est projeté latéralement et ne sert plus à grand-chose, à part son effet nuisible sur les carrosseries des voitures. Par contre, l'utilisation du gravier sur des routes tranquilles est un moyen valable d'améliorer le bilan du sel qui ne pose pas de problèmes du côté de l'équipement, toutes les épandeuses pouvant fonctionner également avec des gravillons.

Conclusion

En observant de façon conséquente les mesures décrites plus haut, on obtiendra certainement d'importantes économies de sel sans devoir recourir à des procédés technologiques compliqués et coûteux. Et en dépit de tout cela, la protection de l'environnement a de bonnes raisons d'espérer.

La version allemande de cet article a paru dans «Strassen und Verkehr — Route et trafic» N° 3 de mars 1982.

Adresse de l'auteur:
Ulrich Knobel
Inspecteur adjoint du service des routes de la ville de Zurich

Bibliographie

Traitement par la transformation en *z*

par *Hansruedi Bühler.* — Un vol. 16 × 24 cm, 392 p. avec 249 fig. et tableaux, relié toile, Presses polytechniques romandes, Lausanne, 1982. Prix: Fr. 72.—.

Cet ouvrage présente la théorie du réglage échantillonné (réglage digital par calculateurs de processus) sous une forme moderne. Il s'adresse aux étudiants ingénieurs et aux ingénieurs travaillant dans la pratique qui ont besoin d'utiliser les méthodes de réglages échantillonnés, soit dans le domaine de l'application, soit dans le domaine de la recherche.

Le volume 1 est consacré au traitement par la transformation en *z*. Dans une introduction, on définit la terminologie de base et on établit des modèles pour le traitement correct des réglages échantillonnés. On présente alors la transformation en *z* complète, avec les règles de calcul les plus importantes. Cette transformation est utilisée pour la détermination de la fonction de transfert des systèmes échantillonnés discrets. On montre la mise en série et en parallèle de ces systèmes et l'on étudie l'influence d'un élément de maintien et d'un temps mort. On introduit également les réponses harmoniques, impulsionnelles et indicielles. On aborde ensuite l'analyse de la stabilité par la transformation en *z* où plusieurs méthodes d'analyse de stabilité sont présentées pour des systèmes bouclés.

A l'aide de ces bases générales, on passe alors à l'analyse des circuits de réglage où l'on montre la structure et tout particulièrement l'influence des grandeurs de perturbation. Plusieurs types de régulateurs sont également étudiés en ce qui concerne leur comportement dynamique et leur algorithme de réglage. L'application de régulateurs standard est ensuite abordée de manière approfondie où l'on montre en particulier le choix et le dimensionnement de ces régulateurs afin que le circuit de réglage soit stable et bien amorti.

On traite également les régulateurs de compensation et les régulateurs à temps d'établissement fini où l'on montre le procédé à suivre pour obtenir la structure et les coefficients adéquats. Enfin, on traite les réglages en cascade. On montre également les méthodes de traitement lorsque les circuits de réglage en cascade travaillent avec des périodes d'échantillonnage différentes.

Extrait de la table des matières:

Bases générales des systèmes de réglages échantillonnés. — Transformation en *z*. — Fonction de transfert. — Réponses harmoniques, impulsionnelles et indicielles. — Analyse de la stabilité par la transformation en *z*. — Analyse des circuits de réglage par la transformation en *z*. — Régulateurs discrets. — Choix et dimensionnement des régulateurs standard. — Régulateurs de compensation et régulateurs à temps d'établissement fini. — Réglage en cascade.

Cet ouvrage est le premier d'une série «Traitement par la transformation».

Collisions de bateaux avec des ponts et des constructions en mer

Rapport introductif — Séminaire, Copenhague, 1983

Rapports AIPC, volume 41, 252 pages, 120 illustrations, format 17 × 24 cm, en anglais avec résumés en français, anglais et allemand, Prix: Fr. 72.—.

Les dommages et les pertes en vies humaines causés par les collisions importantes de bateaux avec des ponts ont atteint des proportions telles que des études poussées de mesures de protection sont devenues nécessaires. Le séminaire de Copenhague en juin 1983 devrait permettre un échange international d'expériences, d'idées et de propositions sur les mesures constructives et celles relatives à l'exploitation pouvant contribuer au développement de solutions pratiques.

14 experts contribuent à définir — dans le Rapport introductif — l'objet du séminaire traité en six thèmes:

- Rapports d'accidents de collisions de bateaux
- Aspects de navigation
- Evaluation des probabilités de collision
- Evaluation des conséquences des collisions
- Critères d'acceptation — niveau de risques acceptables
- Hypothèse de projet et influence sur la conception.

Ce rapport peut être commandé au Secrétariat de l'AIPC, ETH-Hönggerberg, 8093 Zurich (parution septembre 1982).