

## QUELQUES EXPERIENCES DE MESURES DE LA CORROSION DANS LE KARST DE DEMÄNOVA (CARPATHES OCCIDENTALES) TCHECOSLOVAQUIE

par

Anton DROPPA<sup>1</sup>

(2 tableaux)

**RESUME.** - De 1974 à 1984, des mesures de corrosion ont été effectuées dans le karst de la Demänova. Le substratum y est constitué de calcaires purs (92 à 96 % de  $\text{CaCO}_3$ ) et de dolomies. La température moyenne annuelle est de 5°C (janvier : - 6°C; juillet : 14°C). Le total annuel des précipitations varie de 900 à 1400 mm. Deux méthodes de mesure ont été employées. La méthode hydrochimique donne, à partir d'analyses d'eaux, une dissolution équivalant à 29 à 88 mm/mille ans dans la rivière, suivant les moments et les endroits. La méthode des pesées de plaquettes calcaires donne, dans la rivière également, et suivant les moments et les endroits, 13 à 88 mm/millénaire. A l'air libre, à la surface du sol, et dans le sol, la dissolution varie de 1,9 à 9,1 mm/millénaire.

**ABSTRACT.** - The measurement of the Corrosion Intensity in the Demänova Karst (West Carpathians), Czechoslovakia.

In the 1974-84 measurements of the corrosion intensity in the Demänova karst of the Low Tatras (West Carpathians) were carried. The outcrops of the dark-grey limestones (Guttenstein) containing 92-96 % of the  $\text{CaCO}_3$  and the grey Middle Triassic dolomite create the Demänova karst. The average annual temperature was 5°C (the average temperature being - 6°C in January and 14°C in July). The average annual rainfall was 900-1400 mm (40 mm in January and 125 mm in July). We used two methods for the measuring of the corrosion intensity : the hydrochemical method flowing water and the method of the standard limestone tablets. Data obtained by the hydrochemical method : in the Demänovka spring of the 1974-78 : 55-88 mm/1000 years, in the Demänovka stream at outflow of the karst : 29-68 mm/1000 years. Results obtained by standard Yugoslavian limestone tablets during the 1981-84 were : 1 m above the karst surface : 1,9-5,2 mm/1000 years; on the limestone surface : 2,3-8,0 mm/1000 years; 20 cm under the surface in the soil (rendzina) : 3,6-9,1 mm/1000 years; in the Demänovka spring : 24-88 mm/1000 years; in the Demänovka stream at outflow of the karst : 13-77 mm/1000 years.

Au cours des années 1974-1984, nous avons effectué des mesures concernant la corrosion karstique dans la vallée de Demänova au Nord des Basses Tatras en Tchécoslovaquie. La partie supérieure de la vallée est formée d'un noyau cristallin (granite), tandis que la partie inférieure est constituée de roches sédimentaires parmi lesquelles sont présents les calcaires du "Guttenstein" et des dolomies grises du Trias moyen. Les calcaires du Guttenstein sont nettement stratifiés, très fissurés et au point de vue chimique, assez purs : 92 à 96 % de  $\text{CaCO}_3$ .

Le karst de Demänova est situé dans la zone de montagnes de moyenne altitude, c'est-à-dire jusqu'à la limite la plus élevée de la forêt. Le climat est caractérisé par une zone froide : température moyenne de 5 degrés Celsius, la température la plus basse étant de - 6 degrés Celsius au mois de janvier, la plus haute de 14 degrés en juillet. Les précipitations moyennes annuelles sont de 900 à 1400 millimètres, en janvier et

février 40 millimètres, en juin et juillet 125 millimètres.

La zone du karst de Demänova est drainée par la rivière Demänovka et par son affluent. Tous les cours d'eau prennent naissance dans le noyau granitique des Basses Tatras et ils s'écoulent en direction nord. Dès qu'ils sont en contact avec les calcaires, ces cours d'eau sont absorbés par des ponors. Ils sont drainés en profondeur et circulent au niveau inférieur des grottes de Demänova pour réapparaître par une grosse émergence, d'un débit de 300 à 1800 litres par seconde.

Pour déterminer les valeurs quantitatives de la corrosion, nous avons utilisé deux méthodes :

1. La méthode hydrochimique à partir de la quantité de substance dissoute dans un volume déterminé d'eau.

<sup>1</sup> Institut de Géographie de l'Académie slovaque des Sciences, Liptovský Mikuláš (CSSR), Petroviča 17.

Tableau 1. - Intensité de la corrosion d'après la méthode hydrochimique.

Cours d'eau et superficie en km <sup>2</sup>	Date de la mesure	Précipitations en mm	Ecoulement en m <sup>3</sup> /s.	Minéralisation totale mg/litre	Corrosion chimique en mm/1000 ans	
					Dureté totale	Minéralisation totale
Rivière Demänovka après avoir quitté les terrains granitiques. 10 km <sup>2</sup> Alt. 1025 m.	1974	1382	0,330	52,66	10,55	18,92
	1975	1237	0,335	33,58	9,06	11,96
	1976	1032	0,233	43,83	7,60	10,74
	1977	1469	0,421	45,41	11,54	18,97
	1978	1216	0,356	52,16	10,65	19,51
Emergence de Demänovka dans la vallée. 10,2 km <sup>2</sup> Alt. 787 m.	1974	1382	0,560	146,0	45,31	61,35
	1975	1237	0,642	136,7	50,82	82,65
	1976	1032	0,536	138,5	45,89	63,49
	1977	1469	0,799	132,5	63,53	88,00
	1978	1216	0,551	129,3	49,13	52,90
Demänovka à la sortie du terrain karstique. 16,4 km <sup>2</sup> Alt. 715 m.	1974	1166	1,409	126,5	52,0	68,90
	1975	984	1,309	117,0	47,96	68,28
	1976	899	0,936	124,4	38,79	50,56
	1977	1146	1,649	107,0	54,83	66,22
	1978	973	1,404	119,4	47,80	65,84

2. La méthode des plaquettes standards qui consiste à déterminer la perte de poids de plaquettes calcaires placées dans un terrain calcaire pendant un certain temps.

Dans la méthode hydrochimique, l'intensité de la corrosion est proportionnelle à l'accroissement des substances dissoutes dans un certain volume d'eau pendant un temps déterminé de passage du courant à travers un terrain karstique.

Pour la mesure de l'intensité de la corrosion par les cours d'eau d'origine allochtone (noyau granitique) au nord des Basses Tatras, nous avons décompté une minéralisation initiale et, pour le calcul, nous avons compté avec la minéralisation totale de l'eau. Le volume des autres substances dissoutes est partie intégrante de la roche karstique.

La différence entre la mesure de la corrosion en fonction de la minéralisation totale est de 20 à 47 ‰ plus forte que d'après la dureté totale (tab. 1).

D'après ce tableau et durant la période allant de 1974 à 1978, la corrosion due à la rivière Demänovka agit de diverses manières :

- En terrain cristallin, suivant la quantité de précipitations atmosphériques, de 10,7 à 19 millimètres pour une période de 1000 ans.

- Dans l'émergence de Demänovka de 55,2 à 88,2 millimètres pour une période de 1000 ans.  
- A la sortie du Karst de Demänovka, de 50,5 à 68,9 millimètres pour une période de 1000 ans.

L'autre méthode de mesure de la corrosion d'une surface calcaire est préconisée par la "Commission de Dénudation du Karst" de l'UIS, sous la direction du Professeur I. Gams de Ljubljana (Yougoslavie). Cette méthode consiste à mesurer la perte de poids de plaquettes calcaires déposées en terrain calcaire pendant un temps donné.

Les plaquettes standards envoyées de Yougoslavie sont de forme circulaire, de 4,15 centimètres de diamètre et 0,27 à 0,4 centimètres d'épaisseur, calcaire Crétacé supérieur (Sénonien) de Lipica près de Sezana (Yougoslavie). La composition est la suivante : 57 ‰ CaO, 0,21 ‰ MgO, 0,1 ‰ SiO<sub>2</sub>, 0,007 ‰ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,05 ‰ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

A la demande de la Commission de Dénudation du Karst, j'ai placé en 1981 onze plaquettes calcaires dans quatre emplacements du Karst de Demänovka.

#### PREMIER EMPLACEMENT

2 plaquettes standards placées dans le courant de la Demänovka après sa sortie des terrains cristallins

Tableau 2. - Intensité de la corrosion dans le karst de Demänova d'après les pesées de plaquettes calcaires pendant les années 1981 à 1984.

Localisation	Précipitations en mm	Température en °C	Dates mesures	Numéros des plaq.	Surface des plaq. en cm <sup>2</sup>	Perte de poids en g		Corrosion en mm/1000 ans	
						hiver	été	hiver	été
Site n°1 Dans le courant de la Demänovska, après la sortie des terrains cristallins, altitude 1025 mètres	59,5	-4,2	31.10.81 02.05.82	1827 1826	27,258	-1,414 -0,633		374,2	
	105,9	11,6	03.05.82 30.10.82	1827 1826	27,258		-1,248 -0,633		215,0
	106,7	-0,3	02.10.82 02.05.83	1827 1826	27,250	-0,957 -1,168		215,0	
	81,3	11,2	03.05.83 30.10.83	1826 130	32,07		-1,806 -1,913		455,0
			01.11.83 23.04.84	1826 130	32,07				
Site n°2 Sur la surface du calcaire, à 20 mètres au-dessus du lit desséché de la Demänovka, à l'altitude de 860 mètres.  à 1 mètre au-dessus du calcaire  sur la surface du calcaire  à 20 cm sous la surface	63,6	-3,4	31.10.81 02.05.82	1813 21	30,45 30,50	-0,008 -0,028		1,97 3,37	
	112,0	12,8	03.05.82 30.10.82	21 1813	30,50 30,45		-0,032 -0,020		3,93 5,18
	123,1	0,75	02.11.82 02.05.83	1813 21	30,45 30,50	-0,000 -0,000		0 0	
	92,3	12,5	03.05.83 30.10.88	21 1813	30,50 30,45		-0,019 -0,020		4,84 5,25
			01.11.83 23.04.84	21 1813	30,50				
	63,6	-3,4	31.10.81 02.05.82	22	30,96	-0,009		2,38	
	112,0	12,8	03.05.82 30.10.82	22	30,96		-0,024		6,33
	123,1	0,75	01.11.82 02.05.83	22	30,95	-0,031		8,07	
	92,3	12,5	03.05.83 30.10.83	22	30,95		-0,018		4,65
			01.11.83 23.04.84	22	30,94				
	63,6	-3,4	31.10.81 02.05.82	130 1807	32,07 30,09	-0,039 -0,025		8,72 6,84	
	112,0	12,8	03.05.82 30.10.82	130 1807	32,07 30,09		-0,022 -0,033		5,34 9,17
	123,1	0,75	02.11.82 02.05.83	130 1807	32,07 30,08	-0,015 -0,025		3,60 6,90	
	92,3	12,5	03.5.83 30.10.83	1807 1827	30,08 27,25		-0,029 -0,026		7,17 6,82
		01.11.83 23.04.84	1807 1827	30,08 27,25					
Site n°3 Emergence de la Demänovka dans la vallée. 10,2 km <sup>2</sup> , alt. 787 m.	63,6	-3,1	31.10.81 02.05.82	1815 1814	30,42 30,16	-0,082 -0,138		24,1 35,2	
	112,0	13,5	03.05.82 01.11.82	1815 1814	30,42 30,16		-0,29 -0,27		86,7 70,9
	123,1	1,31	02.11.82 02.05.83	1815 1814	30,40 30,15	-0,12 -0,13		38,7 35,2	
	92,3	13,1	03.05.83 30.10.83	1815 1814	30,22 30,15		-0,20 -0,22		88,0 58,1
			01.11.83 23.04.84	1815 1814	29,62 30,15	-0,137 -0,167		39,1 38,4	
Site n°4 Courant de la Demänovka à la sortie du terrain karstique. 16,4 km <sup>2</sup> , alt. 715 m	33,5	-2,7	31.10.81 02.05.82	1810 1828	30,38 30,23	-0,053 -0,085		13,6 29,9	
	69,6	14,1	03.05.82 30.10.82	1810 1828	30,38 30,23		-0,26 -0,13		77,3 36,5
	55,8	1,8	02.11.82 02.05.83	1810 1828	30,38 30,23	-0,265 -0,197		68,7 51,6	
	54,1	13,8	03.05.83 30.10.83	1810	30,32		-0,177		46,0
			01.11.83 23.04.84	1810	29,80	-0,055		14,1	

(Plateau de Lučky), altitude 1025 mètres, à proximité du Karst.

#### DEUXIEME EMPLACEMENT

5 plaquettes placées sur la surface du calcaire à 20 mètres au-dessus du lit desséché de la Demänovka, à l'altitude de 860 mètres :

- 2 plaquettes placées à 1 mètre au-dessus du calcaire,
- 1 plaquette sur le calcaire,
- 2 plaquettes dans le sol calcaire à 20 centimètres sous la surface.

#### TROISIEME EMPLACEMENT

2 plaquettes dans le lit de la Demänovka à son émergence, altitude 787 mètres.

#### QUATRIEME EMPLACEMENT

2 plaquettes placées dans le courant de la Demänovka à l'embouchure du Karst de Demänova, altitude 715 mètres.

A ces divers emplacements, l'intensité de la corrosion durant la période 1981 à 1984 s'avère très variable et dépend des précipitations atmosphériques, comme indiqué au tableau 2.

Les résultats de ces mesures ont montré que la corrosion est la plus élevée dans le courant de la Demänovka à la sortie des terrains cristallins, la température de l'eau étant en hiver de 0,8 degrés Celsius et en été de

5,4 degrés à 6,6 degrés. L'ablation atteint les valeurs de 215 à 455 millimètres par 1000 ans.

La corrosion dans la source de la Demänovka, en hiver, avec des températures de l'eau de 3,7 à 5,2 degrés, atteint 86 à 88 millimètres par 1000 ans.

L'intensité de la corrosion dans le courant de la Demänovka, en hiver, avec des températures de l'eau de 3,2 à 3,9 degrés, atteint la valeur de 13,8 à 29,9 millimètres par 1000 ans tandis qu'en été, avec des températures de l'eau de 6,9 à 7,8 degrés, cette valeur atteint 36 à 67 millimètres par 1000 ans.

En comparaison avec l'intensité de la corrosion du courant de la Demänovka, les valeurs sont très proches. Les mesures ont montré aussi que l'eau de la Demänovka à l'émergence et à la sortie des terrains calcaires est encore agressive et capable de dissoudre du calcaire.

Au contraire, dans le site n° 2, les valeurs de la corrosion d'après la méthode des plaquettes standard, en comparaison avec l'intensité de la corrosion calculée à partir du chimisme et du débit des courants superficiels (tab. 1), sont plus faibles, mais plus réelles. Cela s'explique par le fait que les calcaires dans lesquels s'écoulent les eaux superficielles et souterraines subissent en permanence l'influence de la corrosion, tandis que les calcaires en surface subissent cette influence seulement pendant les précipitations atmosphériques. En hiver quand les calcaires sont recouverts de neige, ou en été durant les périodes sèches, la corrosion est pratiquement nulle.