

Università degli Studi di Napoli Federico II
Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio



Elaborato di Laurea

Processi biologici per la rimozione dell'atrazina nelle falde contaminate

Anno Accademico 2014/2015

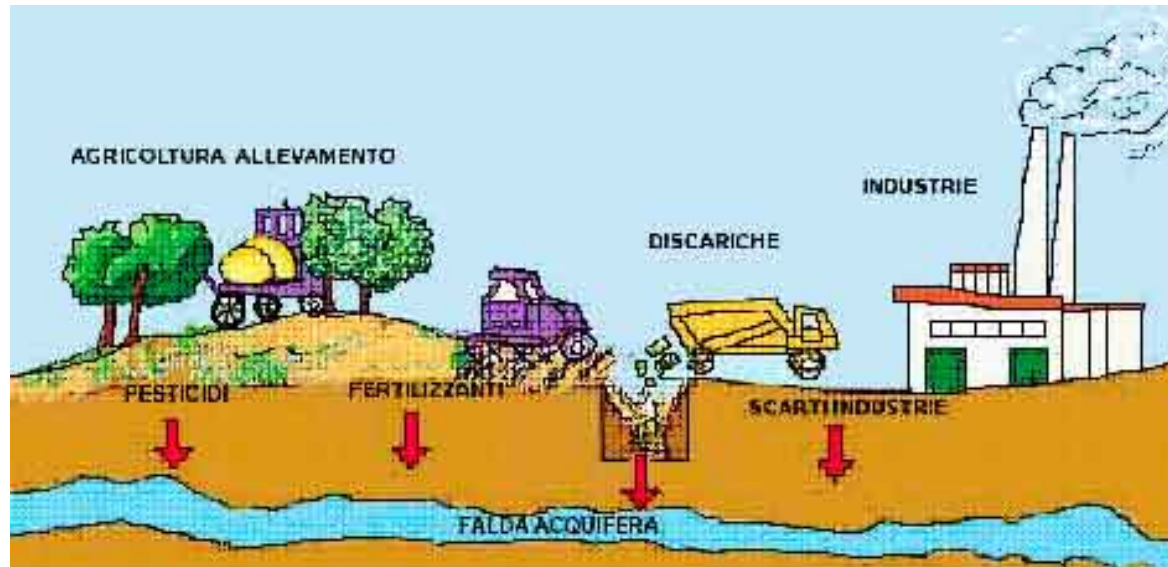
Relatore: Prof. Massimiliano Fabbricino

Candidato: Valerio Volpecina

Sommario

- Inquinamento falde
- Che cosa è l'atrazina e i suoi effetti sull'ambiente
- Analisi di diversi studi sui processi biologici per la rimozione dell'atrazina e dei fattori principali da cui sono influenzati
- Conclusioni

Inquinamento falde

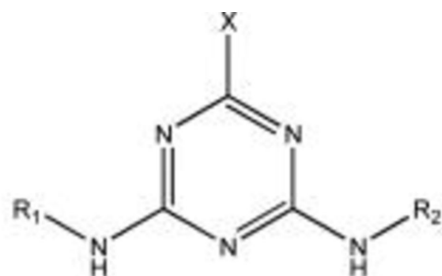


Cause

- Pesticidi e fertilizzanti usati in agricoltura
- Discariche di rifiuti non adeguatamente impermeabilizzate (discariche non controllate)
- Scarichi industriali
- Scarichi civili, perdite sistema fognario, ecc....

Atrazina

Gruppo s-triazine



Herbicides	X	R1	R2
Atrazine	Cl	-CH ₂ CH ₃	-CH(CH ₃) ₂
Simazine	Cl	-CH ₂ CH ₃	-CH ₂ CH ₃
Terbutryn	SCH ₃	-CH ₂ CH ₃	-CH(CH ₃) ₃
Ametryn	SCH ₃	-CH ₂ CH ₃	-CH(CH ₃) ₂
Prometryn	SCH ₃	-CH(CH ₃) ₂	-CH(CH ₃) ₂
Atraton	OCH ₃	-CH ₂ CH ₃	-CH(CH ₃) ₂

Struttura atrazina

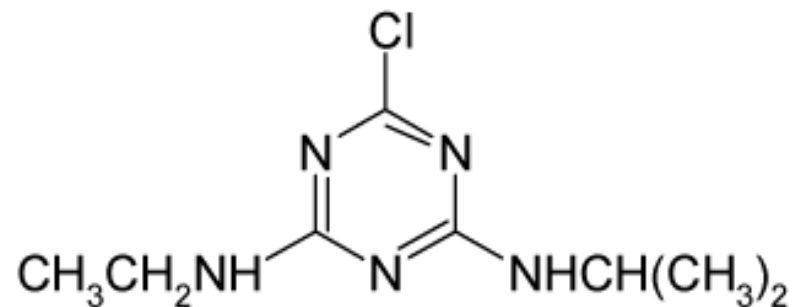


Figure 1 - Chemical structure of atrazine.

Effetti dell'atrazina sugli esseri viventi

- Tossicità acuta e cronica
- Cancerogenicità
- Mutagenicità ed effetti sulla riproduzione(studi condotti da Tyron Hayes sugli anfibi)

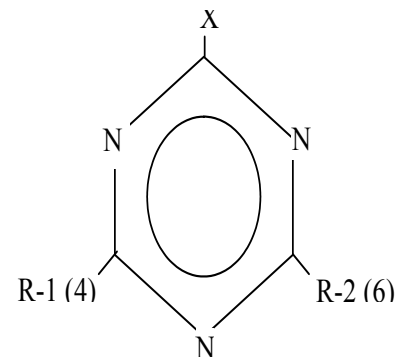
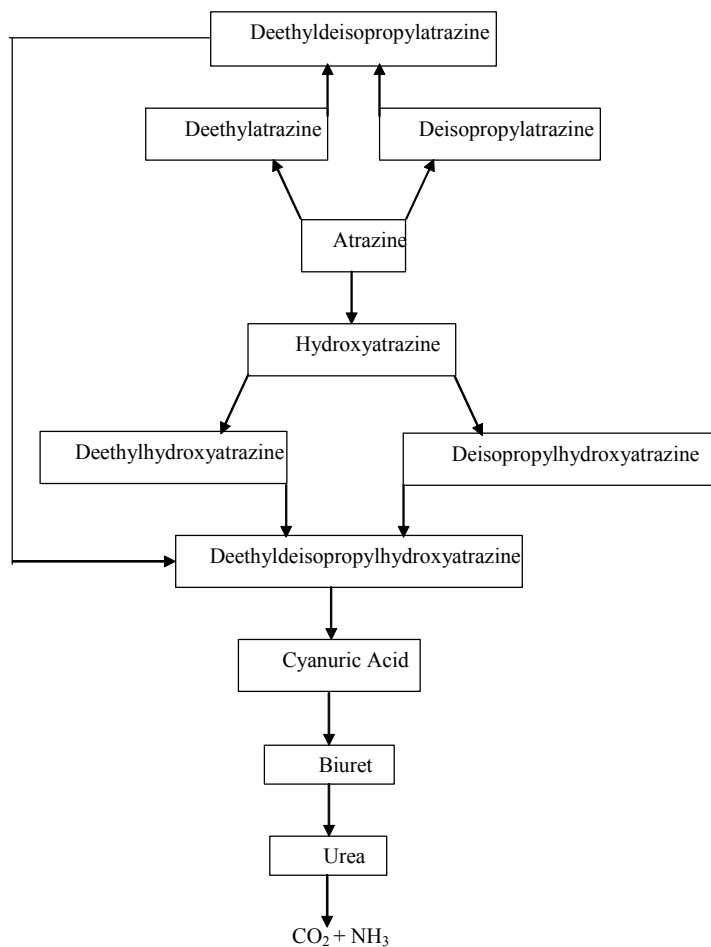
LD50:dose letale per il 50% della popolazione di cavie testata.

Type	mode	Species	Amount	Units
LD ₅₀	oral	Rat	672	mg kg ⁻¹
LD ₅₀	intraperitoneal	Rat	235	mg kg ⁻¹
LD ₅₀	oral	Mouse	850	mg kg ⁻¹
LD ₅₀	oral	Rabbit	750	mg kg ⁻¹
LD ₅₀	skin	Rabbit	7500	mg kg ⁻¹
LD ₅₀	oral	Humane	1000	mg kg ⁻¹
LD ₅₀	inhalation	Rat	5200	mg m ⁻³ 4hr ⁻¹
LD ₅₀	intraperitoneal	Mouse	626	mg kg ⁻¹

Tecniche di rimozione

- Trattamenti chimici
- Trattamenti termici(Incenerimento)
- Trattamenti fisici(Adsorbimento)
- Trattamenti biologici
 - Utilizzo di macrofiti(Fitorimediazione)
 - **Utilizzo di biomasse microbiche**




Percorso di degradazione dell'atrazina proposto da Erickson e Lee



X (2), R-1(4) and R-2 (6) are the substituted groups in s-triazine ring in 2, 4 and 6 positions respectively.

Common Name	X	R-1	R-2
Atrazine	Cl	C ₂ H ₅ NH	CH ₃ CHCH ₃ NH
Hydroxyatrazine	OH	C ₂ H ₅ NH	CH ₃ CHCH ₃ NH
Deethylatrazine	Cl	NH ₂	CH ₃ CHCH ₃ NH
Deisopropylatrazine	Cl	C ₂ H ₅ NH	NH ₂
Deethyldeisopropylatrazine	Cl	NH ₂	NH ₂
Deethylhydroxyatrazine	OH	NH ₂	CH ₃ CHCH ₃ NH
Deisopropylhydroxyatrazine	OH	C ₂ H ₅ NH	NH ₂
Deethyldeisopropylhydroxyatrazine	OH	NH ₂	NH ₂
Cyanuric acid	OH	OH	OH
Urea			
Biuret			

Principali fattori che influenzano il tasso di degradazione dell'atrazina

- Fonti di ossigeno esterne  Studi di Armstrong sulla dipendenza del tasso di degradazione dalla presenza di materia organica assimilabile
- Fonti di azoto esterne  Studi di Gebendinger con l'uso del batterio *M91-3*
- Contenuto d'acqua del suolo  Studi di Hurle e Kibler sulla dipendenza dell'emivita dell'atrazina dal contenuto d'acqua nei terreni sabbiosi ghiaiosi

Batteri resistenti all'atrazina



Studio condotto da El-Bestawy, J. Sabir, A. H. Mansy, N. Zaber mawi

Isolate No.	Nearest neighbor(s)
R1	<i>Enterobacter cloacae</i> 279-56
R2	<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579
R3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> PAO1
R4	<i>Enterobacter cloacae</i> 279-56
R5	<i>Bacillus anthracis</i> str. Ames
R6	<i>Ochrobactrum intermedium</i> CCUG 24694
R7	<i>Pseudomonas balearica</i> SP1402
R8	<i>Pseudomonas indica</i> IMT37
R9	<i>Pseudomonas indica</i> IMT37
R10	<i>Pseudomonas balearica</i> SP1402
R11	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> PAO1
R12	<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579
R13	<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579
R14	<i>Providencia vermicola</i> OP1
R15	<i>Providencia vermicola</i> OP1
R16	<i>Bacillus anthracis</i> str. Ames
R17	<i>Bacillus anthracis</i> str. Ames
R18	<i>Pseudomonas otitidis</i> MCC10330
R19	<i>Pseudomonas otitidis</i> MCC10330
R20	<i>Pseudomonas otitidis</i> MCC10330
R21	<i>Bacillus anthracis</i> str. Ames
R22	<i>Providencia vermicola</i> OP1
R23	<i>Bacillus cereus</i> ATCC14579

Table 6 Stimulation/inhibition of total viable count (TVC) of the indigenous and exogenous bacteria in Atrazine-enrichment test.

Bacterial isolate	Source	TVC (CFU × 10 ⁹)		Growth stimulation (S%)	Growth inhibition (I%)
		C	2X RD		
R1	Soil ^E	1.10	9.7	88.7 ^a	—
R2	Soil ^E	1.6	1.0	—	37.5 ^d
R3	Soil ^E	2.4	7.2	66.7 ^b	—
R4	Soil ^E	2.8	4.3	34.9 ^c	—
R5	Soil ^E	1.7	5.6	69.6 ^b	—
R6	Soil ^E	1.9	3.1	38.7 ^c	—
R7	Soil ^M	1.7	2.6	34.6 ^c	—
R8	Soil ^M	9.6	6.6	—	31.3 ^d
R9	Soil ^M	2.4	9.3	74.2 ^a	—
R10	Soil ^M	1.3	2.6	50.0 ^b	—
R11	Soil ^M	2.3	0.19 × 10 ⁷	—	99.9 ^d
R12	MC-P	3.4	6.5	47.7 ^b	—
R13	MC-P	1.46 × 10 ⁷	2.8 × 10 ⁶	—	80.9 ^d
R14	MC-P	1.3	0.01	—	99.2 ^d
R15	MC-P	9.833	0.88 × 10 ⁷	—	99.9 ^d
R16	MC-P	1.2	4.1	70.7 ^a	—
R17	MC-P	1.5	1.9	21.1 ^c	—
R18	Soil ^H	1.32	0.14 × 10 ⁸	—	98.9 ^d
R19	Soil ^H	2.8	1.4	—	50.0 ^d
R20	Soil ^H	1.2	9.5	87.4 ^a	—
R21	PF	1.9	6.6	71.2 ^a	—
R22	PS	1.3	5.9	77.9 ^a	—
R23	PQ	1.5	6.6	77.3 ^a	—

Soil^M: Abu El-Matameer area, El-Behaira Governorate, Egypt; Soil^H: Hada Al-Shame area, Saudi Arabia; Soil^E: El-Sharqia Governorate, Egypt; C: control; 2X RD: double recommended dose of Atrazine; MC-P: mixed culture of exogenous bacteria.

^a Remarkable growth.
^b High growth.
^c Medium growth.
^d Inhibited growth.

Alla fine di questo studio solo sette batteri appartenenti a quattro famiglie diverse (*Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Providencia*) sono stati ritenuti efficaci per essere usati nel processo di degradazione dell'atrazina da falde contaminate.

Conclusioni

- L'atrazina è una sostanza tossica e persistente in condizioni normali, essa è uno degli inquinanti più comuni nelle acque di falda.
- Anche se il percorso di Biodegradazione dell'atrazina non è ancora perfettamente chiaro, la presenza di altra materia organica biodegradabile, fonti di azoto e contenuto d'acqua del suolo sono i fattori principali che controllano il suo tasso di degradazione.
- Dagli studi analizzati si intuisce come a volte sia molto difficile eliminare completamente il contaminante. Pertanto, si dovrebbe dare più importanza alla **prevenzione dell'inquinamento**, per prevenire a priori piuttosto che cercare di porre un rimedio a volte impossibile.
- Un importante rimedio può essere rappresentato dall'agricoltura biologica.