



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE DE METZ

1993

PERFORMANCES DES TESTS D'AMES ET
MICRONOYAUX TRITON, APPLIQUES A L'ETUDE
DE LA GENOTOXICITE D'EFFLUENTS
COMPLEXES ET DES INTERACTIONS
ENTRE POLLUANTS

TABLEAUX - FIGURES et ANNEXES

Fabrice GODET

BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE DE METZ



022 420447 3

Vb 78538 .

UNIVERSITE DE METZ

1993

PERFORMANCES DES TESTS D'AMES ET
MICRONOYAUX TRITON, APPLIQUES A L'ETUDE
DE LA GENOTOXICITE D'EFFLUENTS
COMPLEXES ET DES INTERACTIONS
ENTRE POLLUANTS

TABLEAUX - FIGURES et ANNEXES

Fabrice GODET

BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE - METZ	
N° inv.	19930355
Cote	SM3 93/11 ⁻²
Loc	Magasin

CHAPITRE I

TABLEAUX 1 à 8

Tableau 1: Techniques d'extraction par solvants utilisées pour la concentration des micropolluants organiques des milieux complexes liquides ou solides et facteurs de concentration correspondants (FC).

Echantillons	Solvants	FC	Auteurs
Eau du Rhin	Ether de Pétrole pH initial	10000	PREIN et al.(1978)
Eau de la Meuse Effluents industriels	Dichlorométhane pH 7 (DCM) Fraction : pH7 : n-pentane puis DCM pH2, pH10 : DCM	5000 1000 1000	VAN HOOFF et VERHEYDEN (1981)
Eau de rivière	DCM pH2, pH7, pH12	10000	GRABOW et al.(1981)
Effluents papeterie (stade de chloration)	Diethylether: Fraction acide neutre phénolique	325 125 170	RANNUG et al (1981)
Effluents papeterie	Acétate d'éthyle 5 x 125 ml/l effluent	/ ^a	HOLMBOM et al.(1984)
Eau rivière Nishitakase (Japon)	Ethylether pH 1-7-11	/	MARUOKA et al.(1985)
Sédiments eaux intérieures. Ile Prince Edouard (Can.)	50 g + 50 ml DMSO à 10% en milieu salin	1	XU et al. (1987)
Sédiments aquatiques. Grands Lacs (USA)	80 à 100 g + Benzène/Méthanol (60/40) 2 extr./ DCM 2 extr. Fractionnement par filtration sur gel d'alumine et extraction sélective par Benzène => HAP (A1) Chloroforme + 0,75 % éthanol => N-CAP (A3)	/	FABACHER et al.(1988)
Sédiments aquatiques. Black River (USA)	Benzène/Méthanol (60/40), DCM Fractionnement après fixation sur gel d'alumine neutre (6g d'extrait total). n-hexane => HC-a1 (A1) / Benzène => HAP + S-CAP (A2) / Chloroforme => N-CAP (A3) / Méthanol => OH-HAP (A4) /	/	WEST et al. (1988)
Sédiments aquatiques Puget Sound (USA)	Méthanol et DCM Extrait total	/	KOCAN et POWELL (1985)
Boues bassin de décantation, traitement du bois	Extrait total 25 g + DCM 150 ml Fractionnement DCM pH2, pH7, pH10	/ /	DONNELLY et al.(1987)
Boues station d'épuration urbaine (USA)	100 g de boue Acétone : 100 ml. 3 extr.	1 10 15	ENGL et al.(1988)

a : facteur de concentration non précisé.

Tableau 2: Systèmes résines adsorbantes/solvants d'élution, employés pour l'extraction et la concentration des micropolluants des milieux liquides complexes et facteurs de concentrations correspondants (FC).

Echantillons	Résine/solvants	FC	Auteurs
Eaux Lac Bloomington et Eaux d'alimentation	XAD ₂ /Acétone	3000 3000	HEARTLEIN et al.(1981)
Eaux Lac Bloomington et Eaux d'alimentation	XAD ₂ /Acétone	250 250	DE MARINI et al.(1982)
Eaux d'alimentation (Athènes/Grèce)	XAD ₂ /Acétone-(n-hexane) 15 % (v/v)	10000	ATHANASIOU et KYRTOPOULOS (1983)
Eaux de rivière	XAD ₂ /Ethylether	/ ^a	MARUOKA et al.(1985)
Eaux d'alimentation (Canada)	XAD ₂ /Hexane - Acétone (85 - 15)	/	DOUGLAS et al.(1986)
Effluents pâte à papier	XAD ₄ /Méthanol	/	HOLMBOM et al.(1984)
Effluents station de traitement industriel (Pétrochimie)	XAD ₄ à pH7 et pH2/Ethanol puis cyclohexane-éthanol	400	VAN DER GAAG et al.(1990)

a : facteur de concentration non précisé.

Tableau 3: Résultats des essais de génotoxicité *in vitro* réalisés sur eaux de surface, eaux souterraines et eaux d'alimentation testées brutes ou après concentration des micropolluants.

Echantillons	Fractions testées	Ames		SCE ^a	MN ^a		Autres tests	Auteurs
		-S9	+S9		-S9	+S9		
Eaux potables issues d'eaux usées recyclées	Extrait 0,1 - 0,3 ml 0,2 - 0,3 ml						RO ^b (-S9) (+S9) - + TC ^c + +	GRUENER et LOCKWOOD (1979)
Eaux de surface - Eaux du Rhin - Eaux de la Meuse - Eaux lacustres témoin	Extraits : Avril Juin Octobre Février Avril Juin Octobre Février mêmes mois	TA98 + ++ ++ ++ +++ +++ + +						SLOOF et VAN KREIJL (1982)
Eaux potables : - origine lacustre ^d (Athènes, Grèce) - origine souterraine (Patras, Grèce)	Extraits 2 mg/ml 20 mg/ml 1 mg/ml 10 mg/ml	TA98 TA100 +++ ++ - -		+ -			AC ^a + -	ATHANASIOU et KYRTOPOULOS (1983)
Eaux de surface et souterraines - avant potabilisation - après potabilisation	Extraits : surface souter. surface souter.	TA98 TA100 - - - - + - + -		+ + + +	 ± ±	 + -		DOUGLAS et al. (1986)
Eau rivière Nishitakase, Japon	Extrait total 100 µg Fractions: neutre 45 µg basique 5,7 µg acide 23 µg	TA 1538 ++ +++ ++ +++ ++ +++ - ±						MARUOKA et al. (1985)

a : Essai réalisé sur cellules CHO ; b : essai de résistance à l'ouabaïne réalisé sur cellules de poumons de hamster chinois mâle (V79) ; c : essai de transformation cellulaire réalisé sur cellules d'embryons humains (WI-38) ; d : contamination par des pesticides.
Résultat négatif(-), à la limite de la signicativité(±), positif (+), très positif (+++).

Tableau 4 : Résultats des essais de génotoxicité *in vitro* et *in vivo* effectués sur eaux douces , eaux marines et eaux d'alimentation et sur fractions concentrées des micropolluants identifiés ou non.

Echantillons	Type de polluants	Fractions testées	ESSAIS <i>IN VITRO</i>		ESSAIS <i>IN VIVO</i>			Auteurs
			Ames -S ₉ +S ₉		Aberrations chromosomiques métaph. ab (%)	Micronoyau cell. à MN ‰	Autres tests	
Eaux du Rhin (Belgique)	Organiques	Eaux brutes	TA 100	<i>U. pygmaea</i> (B) 15 ± 3 ^a				PREIN et al. (1978)
Eaux souterraines témoins		Extraits: - Bases Ar. - HC al. - HAP - Ox Eau brute Extraits	- - + - - - -					
Eaux du Rhin (Hollande)	Organiques: - Bases Ar. - HAP - Ox	Eau brute				SCE SCE/chromosome	<i>U. pygmaea</i> ^a (B) 0,13±0,02 (G) 0,15±0,02	ALINK et al. (1980)
Eaux souterraines témoin								
Eaux du Rhin (Hollande)		Eau brute		<i>U. pygmaea</i> ^b (B) 4,3 ± 3,9 (N) 4,0 ± 3,6			<i>U. pygmaea</i> ^b (B) 0,23±0,08 (N) 0,38±0,18	HOOFMAN et VINK (1981)
Eaux témoins								

Tableau 4 : Suite

Echantillons	Type de polluants	fractions testées	ESSAIS IN VITRO	ESSAIS IN VIVO			Auteurs
			Ames -S ₉ +S ₉	Aberrations chromosomiques métaph. ab (%)	Micronoyau cell. à MN ‰	Autres tests	
Port de Rovjın Yougoslavie Site contaminé Site témoin		Eau brute		<i>M. galloprovincialis</i> (B) 10,1 ± 6,2 3,9 ± 1,9			AL SABTI et KURELEC (1985)
Baie Los Angeles (Californie) Site contaminé Site témoin Site contaminé Site témoin	HAP DDT, PCB	Eau brute			<i>G. lineatus</i> PS (E) 3,4 ± 2,7 0,8 ± 1,1 <i>P. clathratus</i> PS (E) 6,8 ± 5,1 0,6 ± 0,6		HOSE et al (1987)
Eaux du robinet	Produits de chloration Cl ⁻ libre < à 2mg/l	Eau brute Eau témoin déchlорée			<i>P. waltl</i> (E) 31 ± 2,9 9 ± 3,5		JAYLET et al (1987)
Lagon vénitien Sites pollués 1 2 3 Sites témoins 4 5		Eau brute Eau brute			<i>M. galloprovincialis</i> (B) 4,2 ± 0,3 2,2 ± 0,2 4,7 ± 0,2 (B) 3,2 ± 0,3 3,6 ± 0,2		BRUNETTI et al. (1988)

Echantillons	Type de polluants	fractions testées	ESSAIS IN VITRO Ames -S ₉ +S ₉	ESSAIS IN VIVO			Auteurs	
				Aberrations chromosomiques métaph. ab (%)	Micronoyau cell. à MN ‰	Autres tests		
Sites pollués 1 2 Site témoin	Rejets industriels divers	Eau brute Eau brute			<i>M. edulis</i> PS (b) 2.9 2.3 0.9		WRISBERG et al. (1992)	
Sites pollués Estuaire Port Témoin	Origines diverses	Eau brute Eau brute			<i>M. galloprovincialis</i> ^b TR (b) 6.2 ± 1.6 7.2 ± 3.9 2.2 ± 0.9		SCARPATO et al. (1990)	
Eaux lacustres Bloomington, USA - avant potabilisation - après potabilisation Témoin	Pesticides	Eau brute Ext. 100 µl Eau brute Ext. 100 µl	TA 100 - - - ++			Mutation génique sur Maïs 1,3 ^c 1.1 1.7		HEARTLEIN et al. (1981)
Eaux lacustres Bloomington, USA - avant potabilisation - après potabilisation Témoin	Pesticides	Eau brute Ext. 100 µl Eau brute Ext. 100 µl	TA 1536 - ++ - ++			 7.7 ± 1.9 1.5 ± 0.3 2.3 ± 0.7		DE MARINI et al. (1982)

(B): cellules de branchie ; (N): cellules de nageoire ; (G) : cellules de gonade mâle ; (E), érythrocytes ; PS: organismes prélevés sur le site d'étude ; TR, organismes transférés du site témoin sur le site pollué ; a: Durée du test, 3 jours ; b: Durée du test, 14 jours ; c: grains de pollen révertants/10⁵ grains de pollen. Résultat négatif (-), positif (+ ou ++).

Tableau 5 : Résultats des essais de génotoxicité *in vitro* et *in vivo* effectués sur des rejets industriels avant ou après épuration et testés tels quels ou après concentration des micropolluants.

Echantillons	Type de polluants	Fractions testées	ESSAIS <i>IN VITRO</i>		ESSAIS <i>IN VIVO</i>		Auteurs
			Ames -S9 +S9	Autres tests	SCE SCE/chromosome	Micronoyau cell à MN ‰	
Effluents de papeterie (stade de blanchiment, Cl ₂ et/ou ClO ₂)	Dérivés de chloration	0,4 ml/boîte effluent brut: Cl ₂ ClO ₂ /Cl ₂ 70/30 ClO ₂	TA98 TA100 ++++ + -				NAZAR et RAPSON (1980)
Effluents de papeterie (stade de chloration)	Dérivés de chloration	effluent brut 0,1 ml Lyoph. 0,1 ml Fractions: Acide 25µl Neutre 25µl Phénol. 25µl	TA100 TA1535 + + - - +++ + ++ + - -	HGPRT +			RANNUG et al (1981)
Eaux de la Meuse et rejets industriels afférents	Eau Meuse Papeterie Sucrierie Engrais Trait.surface Cokerie	Ext. total " " " " Ext. total Ext pH 2 pH 7 pH 10	TA98 TA1535 + + - - - - - - TA98 TA100 + + + + - - + +				VAN HOOF et VERHEYDEN (1981)

Tableau 5 : suite.

Echantillons	Type de polluants	Fractions testées	ESSAIS <i>IN VITRO</i>		ESSAIS <i>IN VIVO</i>		Auteurs
			Ames -S9 +S9	Autres tests	SCE SCE/chromosome	Micronoyau cell à MN ‰	
Effluents de papeterie (stade de chloration)	Dérivés de chloration dont TCHF	Extrait : 0,5 ml éq.eff. 1.0 ml éq.eff. TCHF: 20 ng/bte 75 ng/bte	TA 100 ++ +++ ++ +++				HOLMBOM et al (1984)
Effluents total de papeterie (rejets de tous les stades de blanchiment de la pâte à papier)		Effluent brut 200ml/l 400ml/l Témoïn				<i>H. fossilis</i> 30j (E) 1,25 ± 0,1 0,5 ± 0,4 0,5 ± 0,2	DAS et NANDA (1986)
Effluents d'industrie chimique		Effluent brut 50ml/l 200 ml/l Témoïn Extrait : 4 ml éq/bte	TA100 ± ± - +		<i>N. rachowi</i> (B) 48h 96h 0,25 0,15 0,05 0,05		VAN DER GAAG (1988)

Tableau 5 : suite

Echantillons	Type de polluants	Fractions testées	ESSAIS <i>IN VITRO</i>		ESSAIS <i>IN VIVO</i>		Auteurs
			Ames -S9 +S9	Autres tests	SCE SCE/chromosome	Micronoyau cell à MN ‰	
Effluents de papeterie		Extrait		SOS -S9 +S9 +			HARWOOD <i>et al.</i> (1989)
Effluents chimie organique	Dérivés halogénés non volatiles	Effluent brut 1 2 3		- - + - + -			
	Phtalates	4		- +			
	+ Nitrosamines(2 HAP (2.3.6))	5 6		- - - +			
Effluents de station trait. pétrochimie	HAP	Témoin Effluent brut 32 ml/l 100 ml/l Extrait pH 2 pH 7 Résidu de filtration	TA98 TA100 - - - + - + - +	SOS -S9 - ++ ++ ++	<i>N. rachowi</i> 96h (B) 0.06 0.54 0.47 0.64 1.00	<i>P. waltl</i> 12j (E) 4 10 41 19 25 44 <i>M. edulis</i> 10 j (B) 0.4 - 2.6 - - /	VAN DER GAAG <i>et al.</i> (1990)
Effluents de papeterie		Effluent brut 10 ml/l 50 ml/l Témoin			<i>N. rachowi</i> 96h (B) 0.07 0.18 0.05	<i>M. edulis</i> 14j (H) 4.1 ± 1.1 3.1 ± 2.0 1.3 ± 0.8	WRISBERG <i>et</i> VAN DER GAAG (1992)

(B), cellules branchiales ; (E) érythrocytes ; (H), hémocytes.

Résultat négatif (-), à la limite de la significativité (±), positif (+), très positif (+++).

Tableau 6 : Résultats des essais de génotoxicité *in vitro* effectués sur sédiments hydriques et boues de station de traitement d'épuration.

Echantillon	Type de contaminants	Fractions testées	Ames -S9 +S9	UDS ^a	Autres tests	Auteurs
Sédiments Puget Sound (USA) 6 sites Témoin	HAP PCB HC chlorés métaux	Ext. total (n=6) 5 sites contaminés site peu contaminé Ext. total			Ab Chr ^b ++ + -	KOCAN et POWELL (1985)
Sédiments eaux intérieures, Ile du Prince Edouard (Can) n = 6 échantillons		Ext. total 1/6 1/6 4/6			SOS -S9 +S9 + - - + - -	XU <i>et al.</i> (1987)
Sédiments Black River (USA)	rejets cokeries aciéries	Ext. total Fractions : A1 : HC-a1 A2 : HAP, S-HAP A3 : N-CAP A4 : OH-HAP	TA 98 - - + + -	++ - ++ ++ +		WEST <i>et al.</i> (1988)
Sédiments Black River (USA) Cuyahoga River Menomines River Fox River Munuscong	Aromatiques Aromatiques PCB , métaux Arsenic HAP Phénols PCB , dioxines témoin peu contaminé	Ext. total Fractions ^d : A2 A3 Ext. total Fractions : A2 A3 Ext. total Fractions : A2 A3 Ext. total Fractions : A2 A3 Ext. total Fractions : A2 A3	TA 98 - - - - - - - - - + - - - - - - - - - - - + - -	++ +++ ++ ++++ ++++ + ++ ++ ++++ ++ + ++ + + + ++ +	HGPRT ^c + + ++ +++ ++ + ++ +++ + + + - - - - -	FABACHER <i>et al.</i> (1988)

Tableau 6 : suite

Echantillon	Type de contaminants	Fractions testées	Ames		UDS ^a	Autres tests		Auteurs
			-S9	+S9				
Boues de station d'épuration	Rejets industriels (< 60 %) et domestiques (n=34)	Ext. total 25/34 2/34 6/34 1/34	TA 100 - + + - + + - -					BABISH <i>et al.</i> (1983)
Boue de station d'épuration Chicago Champaign		Facteur de concentration: 1/2 1/12 (lyoph.) 4				MN trad. ^e + - Ma1s ^f +		PLEWA (1984)
Boues/bassin décantation traitement du bois	créosote PCP crésols, phénols, HAP, HC chlorés	Ext total Fractions: acide basique neutre	TA98, TA100 - + TA98, TA100 TA1538 - + - + - +					DONNELLY <i>et al.</i> (1987)
Boues station d'épuration urbaine (Chicago-USA)	organiques et minéraux	Extraits (µl) 1er : 100 1500 2è : 100 1000 3è : 10				SCE ^g -S9 +S9 - - - + - - + + + -		ENGL <i>et al.</i> (1988)

a : essais sur hépatocytes primaires de rat ; b : essais sur cellules de gonade de truite arc-en-ciel (RTG-2). c : essais sur cellules d'ovaires de hamster chinois (CHO) ; d : Fractions A2 et A3 définies par West *et al.* (1988). e : Test micronoyau sur *Tradescantia paludosa* ; f : Test de mutation directe (synthèse de l'amidon dans les grains de pollen) ; g : essais sur lymphocytes humains (résultats obtenus après 2 heures d'exposition et 76 heures de culture). Résultat négatif (-), positif (+), très positif (+++).

Tableau 7: Sensibilité des essais *in vitro* à différents mutagènes utilisés comme contrôles positifs.

Molécules Essais	Types cellulaire	Concentrations massiques/molaires	Durée Exposition/Essai	Résultats	Auteurs
Benzo(a)pyrène (B(a)P) RO	V79	1 µg/ml / 4 µM	4h / 14j	rés/10 ⁶ cell	GRUENER et LOCKWOOD 1979
		Témoin		120 0	
TC	WI38	1 µg/ml / 4 µM Témoin	2h / 5sem	0 0	
AC	RTG2	0.05 µg/ml / 0.2 µM	48h / 76h	anaph. ab. %	KOCAN et POWELL 1985
		Témoin		20 10	
Ames	<i>S. typhimurium</i> TA 100	1 µg/bte / 4 nmol/bte	48h	FI 4.7	MARON et AMES 1983
SOS	<i>E. coli</i>	1 µg/bte / 4 nmol/bte	48h	2.0	QUILLARDET et al. 1982
		176 ng/essai / 0.7 nmol/essai	2h	2.0	
		76 ng/essai / 0.1 nmol/essai	2h	2.7	VON DER HUDE et al. 1988
N-méthyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG) RO	V79	1 µg/ml / 6.8 µM	4h / 14j	rés/10 ⁶ cell	GRUENER et LOCKWOOD 1979
		Témoin		162 0.6	
TC	WI38	1 µg/ml / 6.8 µM Témoin	2h / 5sem	0 0	
SCE	CHO	1.8 µg/ml / 12.2 µM	2h / 26h	SCE/métaph.	ATHANASIOU et KYRTOPOULOS 1983
		Témoin		43.6 ± 2.7 7.7 ± 0.5	
AC	RTG2	0.5 µg/ml / 3.4 µM	48h / 76h	anaph. ab. %	KOCAN et POWELL 1985
		Témoin		30 10	
Ames	<i>S. typhimurium</i> TA 100	103 ng/bte / 0.7 nmol/bte	48h	FI 2.0	QUILLARDET et al. 1982
SOS	<i>E. coli</i>	22.1 ng/essai / 0.15 nmol/essai	2h	2.0	
		14.7 ng/essai / 0.1 nmol/essai	2h	2.7	VON DER HUDE et al. 1988
Diméthylnitrosamine (DMN) UDS	Hpr	740 mg/ml / 10 mM	18h / 9j	cell en rép. %	WEST et al. 1988
		Témoin		96 2	
		74 µg/ml / 1 mM	18h / 9j	88 1	FABACHER et al. 1988
		Témoin			

Tableau 7 : suite

Molécules Essais	Types cellulaire	Concentrations massiques/molaires	Durée Exposition/Essai	Résultats	Auteurs
Méthylmethanesulfonate (MMS)					
Ames	TA 100	1.1 µg/bte / 10 nmol/bte	48h	FI 13.6	MARON et AMES 1983
SOS	TA 100 <i>E. coli</i>	70.5 µg/bte / 640 nmol/bte 2.1 µg/essai / 19 nmol/essai	48h 2h	2.0 2.0	QUILLARDET et al. 1982
HGPRT	CHO	5.5 µg/ml / 50 µM Témoin	4h / 8j	rés/10 ⁶ cell 143 3	FABACHER et al. 1988
Ethylméthanesulfonate (EMS)					
HGPRT	CHO	620 µg/ml / 5 mM Témoin	4h / 8j	rés/10 ⁵ cell 23.7 0.2	RANNUG et al. 1981
SCE	Lh	620 µg/ml / 5mM Témoin	1h / 73h	SCE/Chrom 0.33 ± 0.03 0.18 ± 0.04	ENGL et al. 1988
Ames SOS	TA 100 <i>E. coli</i>	3 mg/bte / 24 µmol/bte 61 µg/essai / 0.5 µmol/essai	48h 2h	FI 2.0 2.0	QUILLARDET et al. 1982
	<i>E. coli</i>	12.4 µg/essai / 0.1 µmol/essai	2h	1.8	VON DER HUDE et al. 1988

TA 100 : souche de *S. typhimurium* his⁻. FI, facteur d'induction calculé par rapport au témoin : Ames positif pour FI = 2, SOS positif pour FI = 1.5.

Tableau 8: Sensibilité des essais *in vivo* à différents mutagènes utilisés comme contrôles positifs.

Molécules Essais	Organismes	Concentrations massiques/molaires	Durée Exposition/Essai	Résultats	AUTEURS	
Benzo(a)pyrène (B(a)P)	SCE	2.5 mg/l / 10 µM	48h	SCE/chrom	PESH et al. 1981	
		Témoin		0.42		
	AC	<i>N. arenaceodentata</i> (larves)	250 mg/l / 1 mM	48h	0.22 ± 0.04	
		Témoin			métaph ab.% 0 0	
	AC	<i>N. rachowi</i>	10 µg/l / 40 nM	96h	(B) 2.0 ± 1.6	HOOFTMAN 1981
				48h	0.5 ± 0.1 0.5 ± 0.1	
	MN	<i>M. galloprovincialis</i>	1 µg/l / 4 nM	48h	(B) 8.8 ± 6.8	AL SABTI et KURELEC 1985
			5 µg/l / 20 nM		20.6 ± 15.4	
	MN	<i>M. galloprovincialis</i>	25 µg/l / 0.1 µM	48h	3.0 ± 2.5	SCARPATO et al. 1990
					Témoin	
MN	<i>P. waltl</i> (larves)	25 µg/l / 0.1 µM	12j	(E) 27.0 ± 5.0	JAYLET et al. 1986	
			Témoin	4.0 ± 1.6		
Ethymethanesulfonate (EMS)	SCE	50 mg/l / 0.4 mM	48h	SCE/chrom	VAN DER GAAG 1988	
		Témoin		(B) 0.55 0.08		
	SCE	<i>N. rachowi</i>	120 mg/l / 1 mM	3j	(B) 0.64 ± 0.03	VAN DER HOEVEN et al. 1982
					Témoin	
	SCE	<i>U. pygmaea</i>	120 mg/l / 1 mM	5j	(B) 0.63 ± 0.05	
					Témoin	
	AC	<i>N. rachowi</i>	40 mg/l / 0.3 mM	48h	métaph. ab.%	HOOFTMAN 1981
					Témoin	
	AC	<i>U. pygmaea</i>	40 mg/l / 0.3 mM	48h	(B) 7.5 ± 1.0	HOOFTMAN et VINK 1981
					Témoin	
	MN	<i>M. edulis</i>	100 mg/l / 0.8 mM	10j	cell à MN°/∞ (B) 2.4	VAN DER GAAG et al. 1990
				Témoin	0.4	
<i>P. waltl</i> (larves)		100 mg/l / 0.8 mM	14j	(H) 4.1 ± 1.4	WRISBERG et al. 1992	
			Témoin	1.3 ± 0.8		
MN	<i>P. waltl</i> (larves)	100 mg/l / 0.8 mM	4j	(E) 70 ± 13	JAYLET et al. 1986	
			10j	190 ± 12 5.0 ± 2.7		
MN	<i>P. waltl</i> (larves)	Témoin				

Tableau 8 : Suite

Molécules Essais	Organismes	Concentrations massiques/molaires	Durée Exposition/Essai	Résultats	Auteurs
Cyclophosphamide (CP) SCE	<i>N. arenaceodentata</i> (larves)	26 µg/l / 0.1 µM	48h	SCE/chrom 0.42	PESH et al. 1981
		Témoin		0.22 ± 0.04	
	<i>N. rachowi</i>	25 mg/l / 90 µM	48h / 96h	(B) 0.20 0.35	VAN DER GAAG 1988
Témoin			0.08		
		25 mg/l / 90 µM	96h	(B) 0.30	VAN DER GAAG et al. 1990
	Témoin			0.08	
Mitomycine (MMC) SCE	<i>N. arenaceodentata</i> (larves)	1,6 mg/l / 5 µM	48h	SCE/chrom 1.3	PESH et al. 1981
		Témoin		0.4	
	<i>M. edulis</i>	2 µg/l / 6 nM	24h / 96h	(B) 0.42 ± 0.12 0.15 ± 0.07	DIXON et CLARKE 1982
	Témoin				
MN	<i>M. galloprovincialis</i>	30 µg/l / 0.1 µM	48h	(B) cell à MN°/∞ 10	MAJONE et al. 1987
		Témoin		2.2	
	<i>H. fossilis</i>	0,5 mg/kg / 1.5 µmol/kg (injection I.P.unique)	7j	(E) 0.88 ± 0.23	DAS et NANDA 1986
	Témoin			0.18 ± 0.06	
		1 mg/kg / 3 µmol/kg	3j	0.69 ± 0.06 0.12 ± 0.07	
	Témoin				
Ethymethanesulfonate (EMS) MN	Maïs	870 µg/plant / 7 µmol/plant	4sem	20 ^a 6	PLEWA 1984
Hydrazide maléique (HM) HM	Maïs	11,2 µg/plant / 0.1 µmol/plant	4sem	100 6	PLEWA 1984
		Témoin			
	<i>T. paludosa</i>	5.6 g/l / 50 mM	24h / 48h	tétrades à MN % 11 3	
	Témoin				

(B), cellules branchiales. (E), erythrocytes. (H), hémocytes. (N), cellules de nageoire. a : nombre de grain de pollen mutants / 10⁵ grains de pollen.

CHAPITRE II

TABLEAUX 9 à 13

et

FIGURES 1 à 16

Tableau 9 : Présentation des effluents étudiés

Echantillons	Origine	Polluants	pH initial ajusté	site de prélèvement	Date de prélèvement
A	Urbaine		7,5-8	Entrée de station d'épuration	8/03/89
B Ia Ib	usine de traitement de surface	Cr Fe Zn organiques ^a	7-7,5 2,5-3 5,5-6	Entrée de station de traitement physicochimique	/05/89
B II entrée		Cr Fe Zn	2,5-3 5,5-6	" "	3/05/90
B II sortie			8-8,5 7-7,5	Sortie de station	3/05/90
B III		Cr Fe Zn	2,5-3 5,5-6	Entrée de station	12/90
C	Usine de production de styrène	Dérivés benzéniques	8-8,5	Après défluoration par des polyélectrolytes ^b	23/06/89
D	Usine de pâte à papier, procédé au chlore	Produits de la chloration	2-2,5 5,5-6	Sortie d'usine effluent total ^c	19/10/89
E I E II	Usine de production de dérivés chlorés	Chloroéthane Chlorométhane etc..., environ 300 ppb	7-7,5 6,5-7	Au point de rejet	6/12/89 30/04/91

Notes: a: benzène 55 µg/l, toluène 260 µg/l, xylène 74 µg/l. b: effluent prélevé à la sortie de deux vapocraqueurs produisant à partir de naphta: éthylène, propylène, benzène et essences matières premières de la fabrication de polyéthylène, styrène etc. elles même implantée sur le site. c: Effluent formé par les rejets de chaque étape du blanchiment de la pâte à papier. c: Après dilution au 3/4 environ l'effluent est rejeté dans un étang.

Tableau 11 : Résultats du test d'Ames obtenus pour les échantillons bruts, extraits organiques et lyophilisats

Effluents	Echantillons +/- S9 mix					
	Bruts		Extraits org.		Lyophilisat	
	-	+	-	+	-	+
A	-	-	-	-	-	-
BI	+	+	-	-	+	+
	(100)	(250)			(5)	(10)
BII entrée	-	-	-	-	-	-
sortie	-	-	-	-	-	-
BIII	+	+	-	-	+	+
	(100)	(150)			(2,5)	(2,5)
C	-	-	-	-	-	-
D	-	-	+	+	-	-
			(150)	(200)		
EI	-	-	-	-	-	-
EII	-	-	-	-	-	-

Note: () Volume d'échantillon le plus faible, en µl/boîte, ayant donné un résultat positif.

Tableau 12 : concentrations des principaux métaux contenus dans les effluents B.

Métaux	Effluents							
	BI				BII entrée		BIII	
	Total	Décanté	Total	Décanté	Total	Décanté	Total	Décanté
	a	b	a	b				
CHROME								
Total	30	61	nd	41	16,1	10,9	74	nd
Cr VI	19,7			39		0		52,9
Cr III	10,3*			0		11		22
FER		19,3			105	nd	11,5	nd
ZINC		4,9			3,2	nd	16,8	nd

Notes: Les concentrations sont exprimées en mg/l. * Déterminé par différence entre Cr total et Cr VI. nd, non dosé.

EFFLUENT E₁

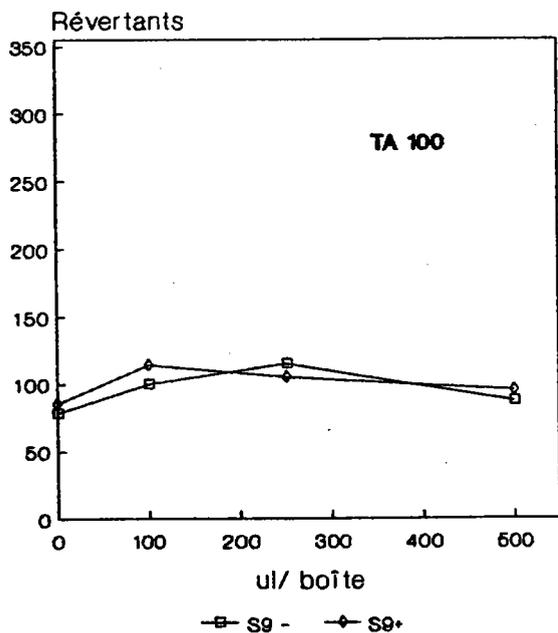
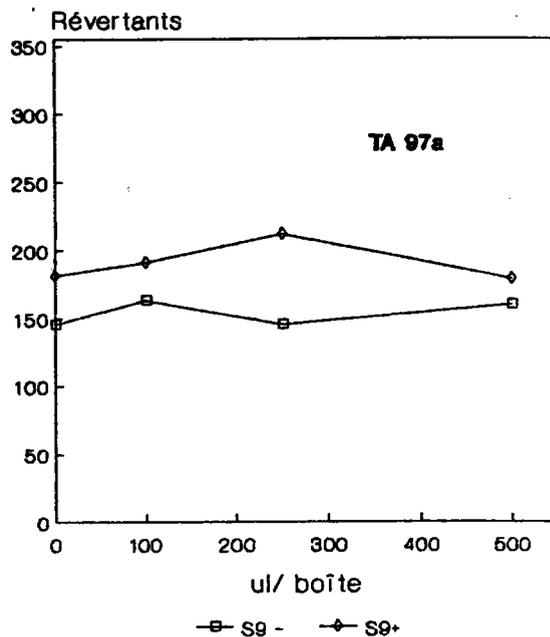
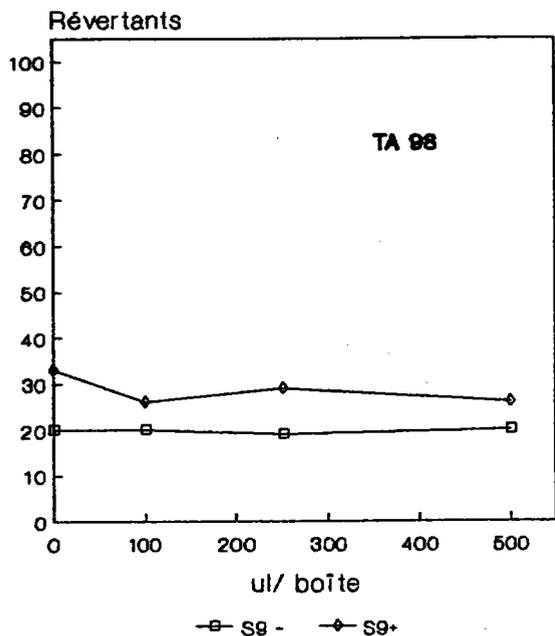


Figure 4: Résultats du test d'Ames réalisé sur l'effluent E₁ brut (résultats négatifs)

EFFLUENT B₁

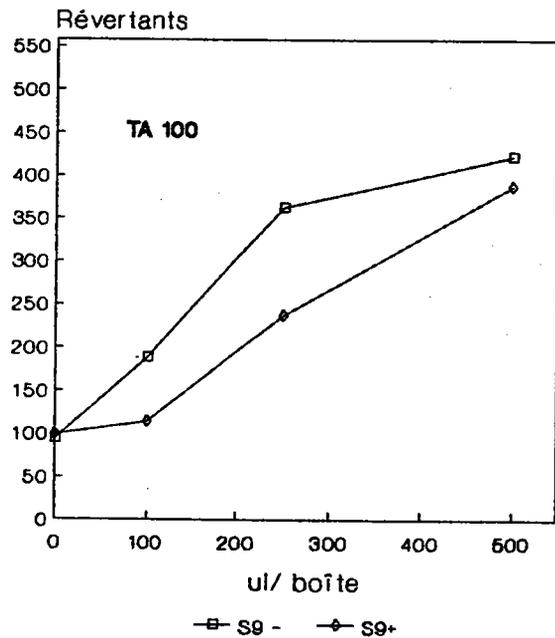
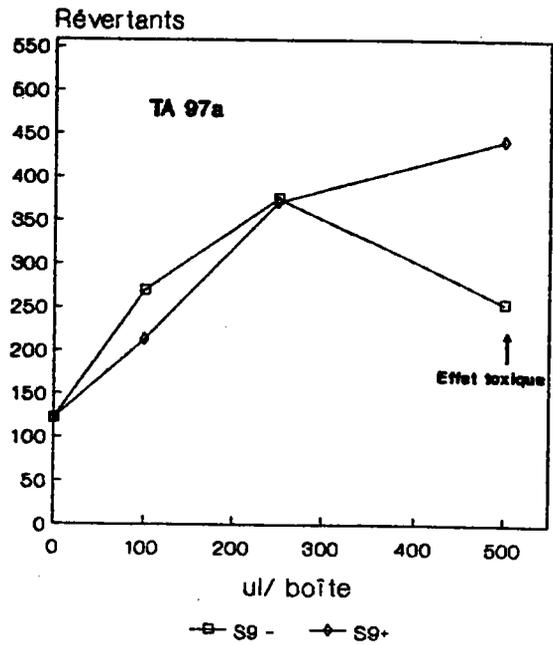
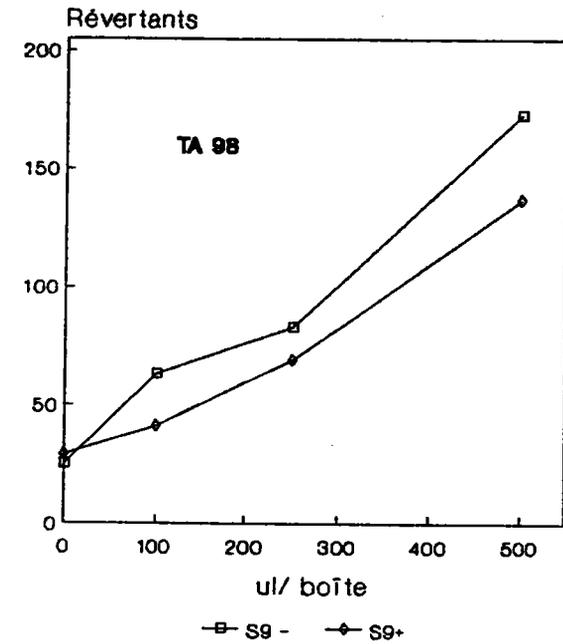


Figure 5 : Résultats du test d'Ames réalisé sur l'effluent B₁ brut (résultats positif)

EFFLUENT B III

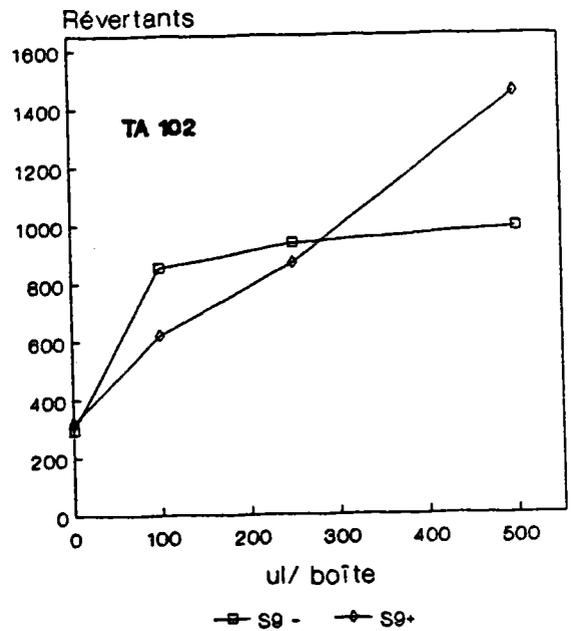
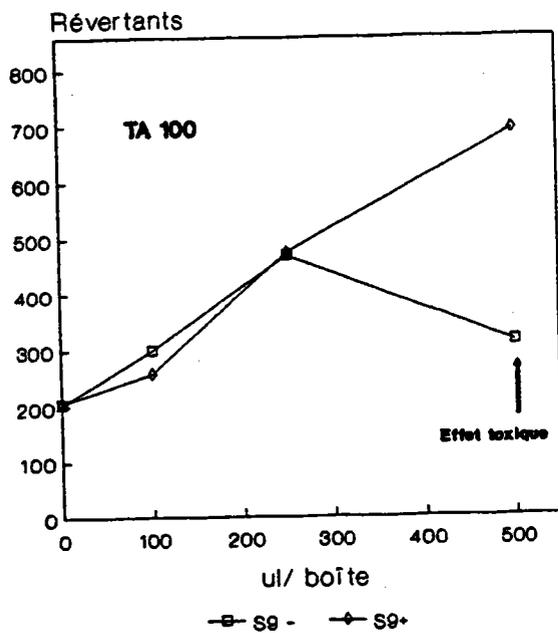
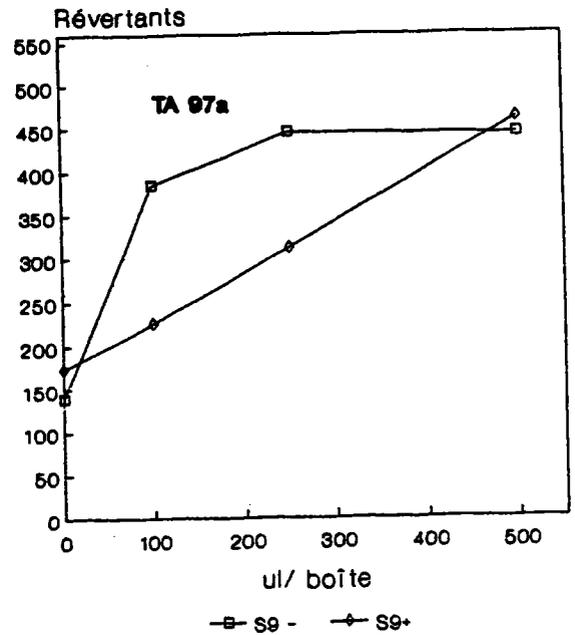
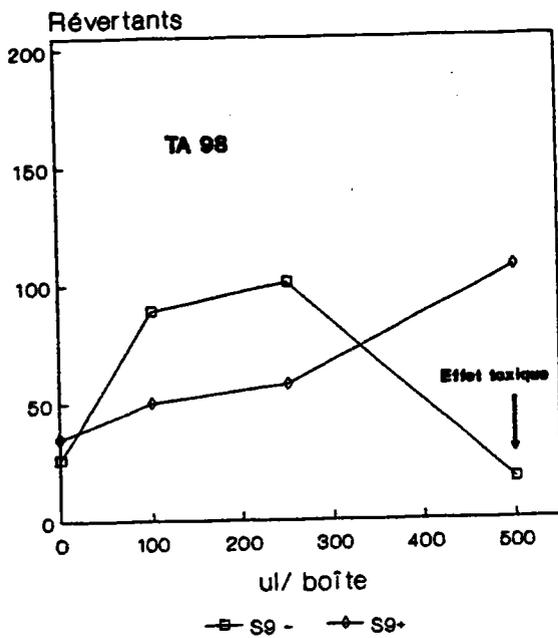


Figure 6: Résultats du test d'Ames réalisé sur l'effluent brut B_{III} (résultats positifs)

EFFLUENT E I

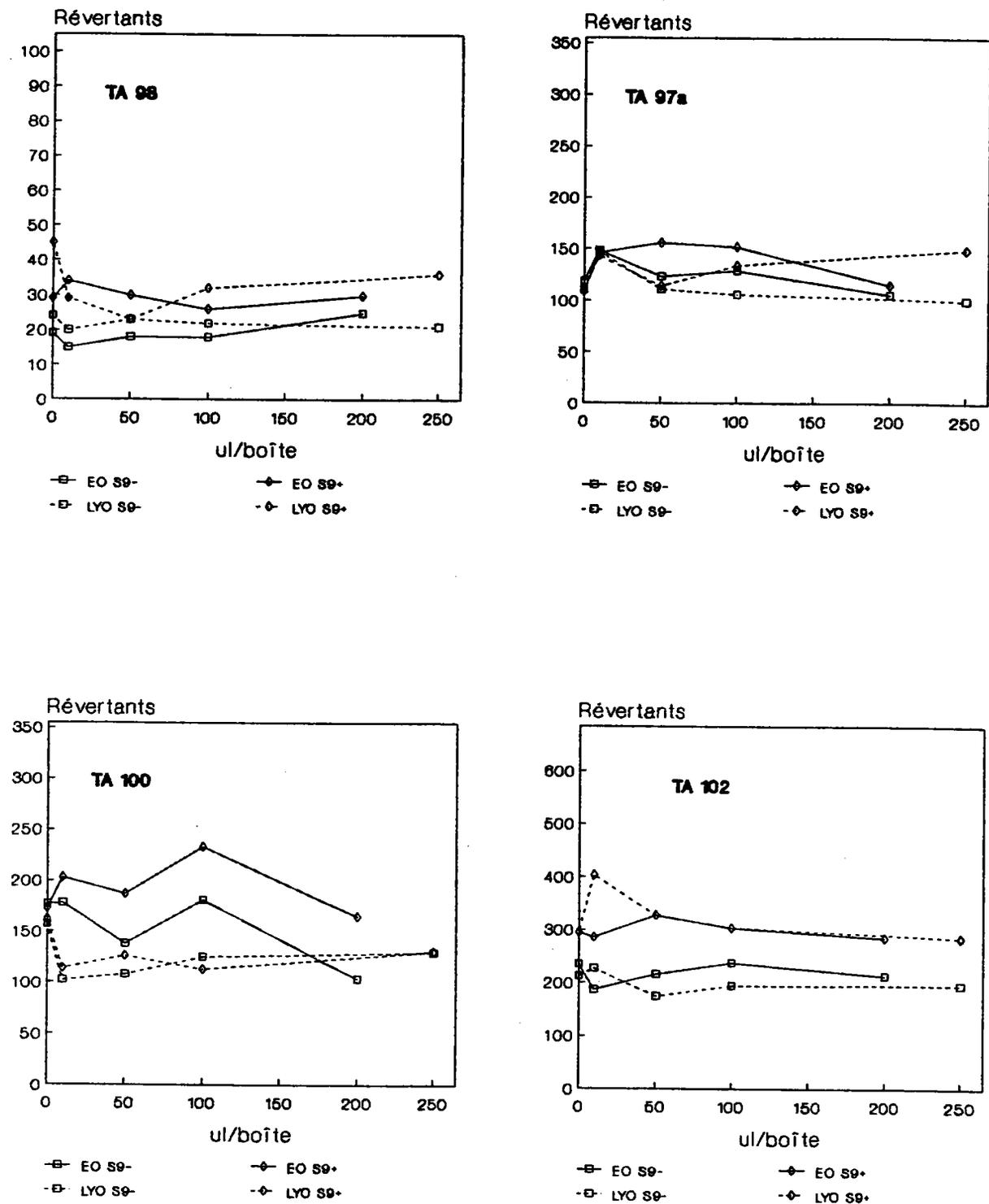


Figure 7: Résultats du test d'Ames réalisé sur l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon Ex (résultats négatifs)

EFFLUENTS B_I et B_{III}

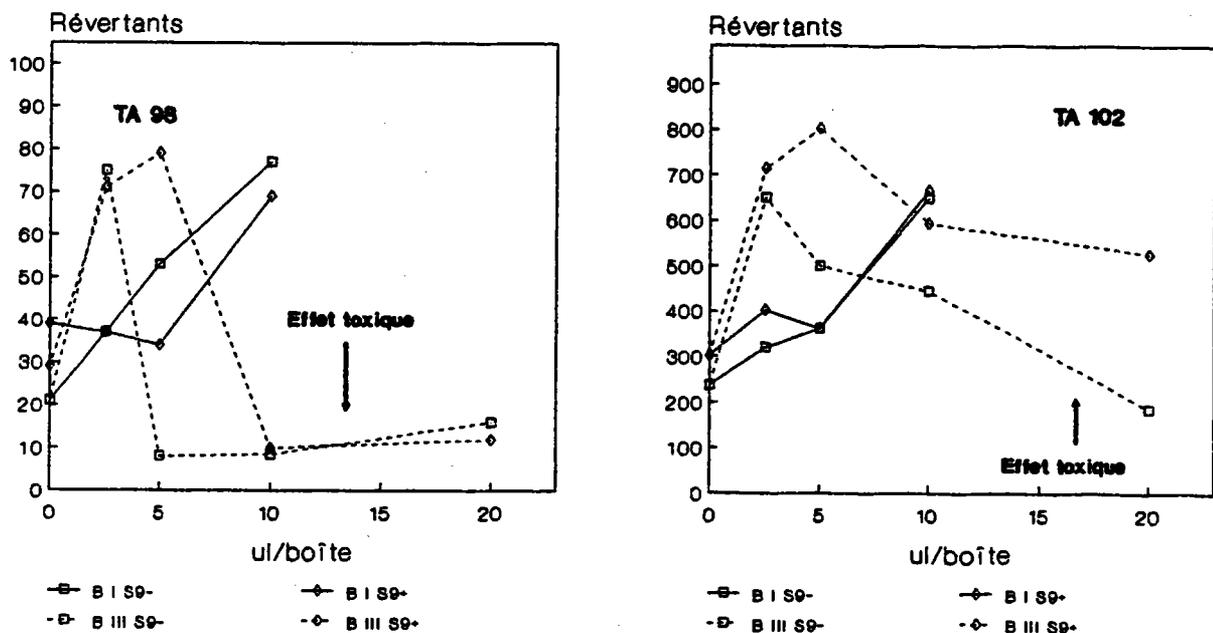


Figure 8 : Résultats du test d'Ames réalisé sur les lyophilisats des effluents B_I et B_{III} (résultats positifs)

EFFLUENT B_I et B_{III}

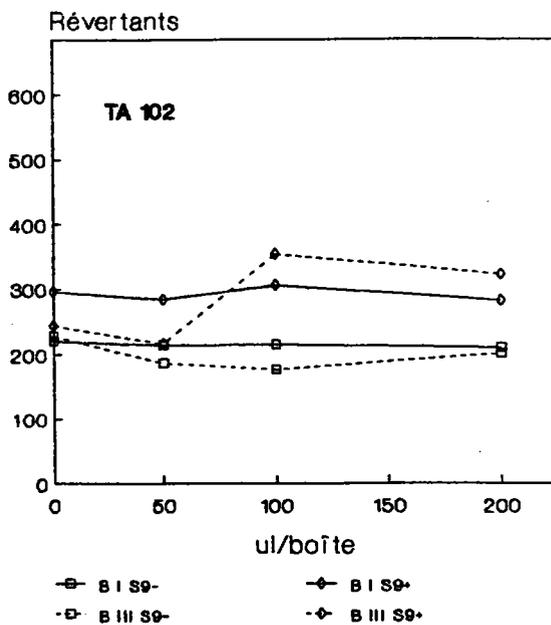
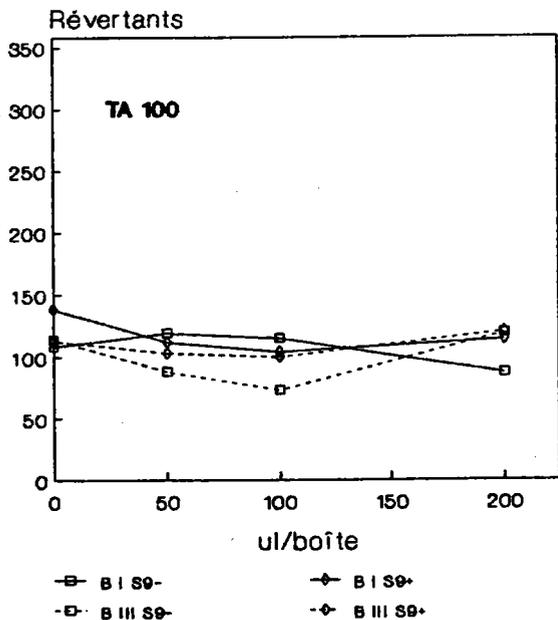
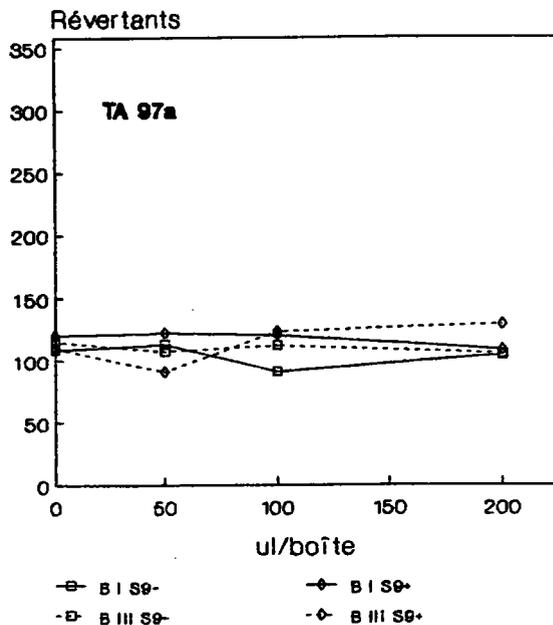
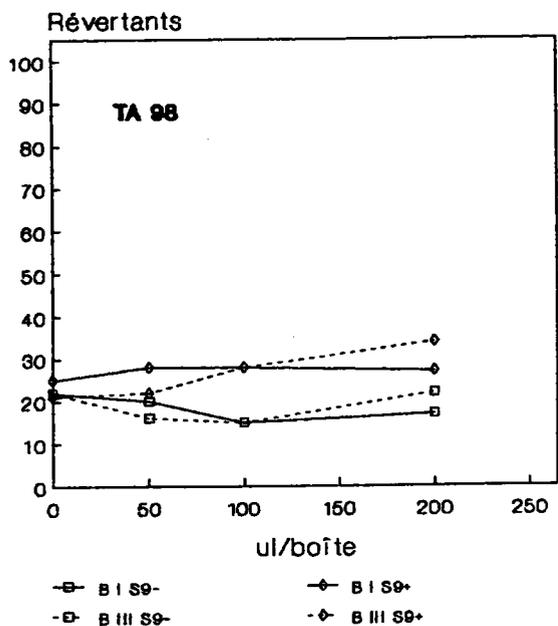


Figure 9: Résultats du test d'Ames réalisé sur les extraits organiques des effluents B_I B_{III} (résultats négatifs).

Tableau 13: Résultats des tests d'Ames et triton.

Effluents	TRITON						AMES -/+ S9 mix					
	Echantillon			Méd Témoïn	Méd B(a)P	Rés	Brut		E.O.		Lyo	
	Conc.	Méd	Res				-	+	-	+	-	+
A	25%	3	-	3	8	+	-	-	-	-	-	-
BI							+	+	-	-	+	+
TLJ	5%	13	+	5	13	+						
J2	10%	12.5	+	4.5	nt							
BIIentrée							-	-	-	-	-	-
TLJ	20%	14	+	6.5	13	+						
J2	20%	13	+	8	6.5	-						
BIII	2%	9	+	5	41	+	+	+	-	-	+	+
C	1.66%	4	+	2	5	+	-	-	-	-	-	-
D	10%	3	-	2	29.5	+	-	-	+	+	-	-
EI							-	-	-	-	-	-
TLJ	25%	4	+	2.5	nt							
J2	50%	19	+	4	6	-						
EII	50%	11	+	5	25	+	-	-	-	-	-	-

Notes: Abréviations: Méd, médiane exprimée en nombre de cellules à micronoyaux pour mille érythrocytes. Rés, résultat. E.O., extrait organique. Lyop, lyophilisat. TLJ, changement de milieu tous les jours. J2, changement tous les deux jours. nt, non testé. Conc, concentration; les valeurs indiquées correspondent (i) a la plus forte concentration testée lorsque le résultat est négatif ii) a la plus faible concentration positive lorsque le résultat est positif.

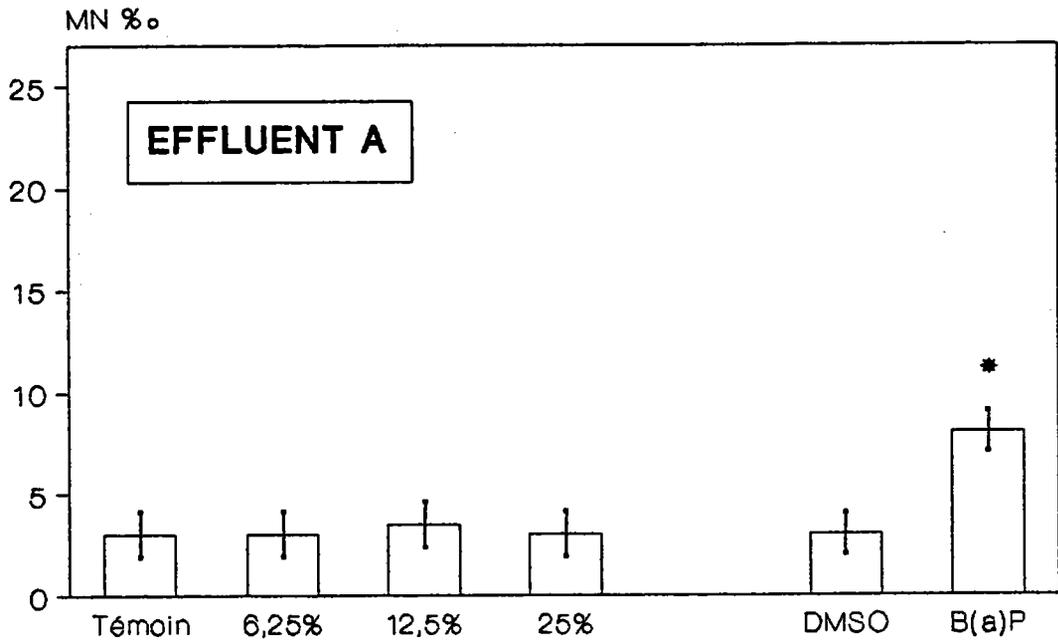


Figure 10: Résultat du test triton réalisé sur l'effluent A
 — Intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

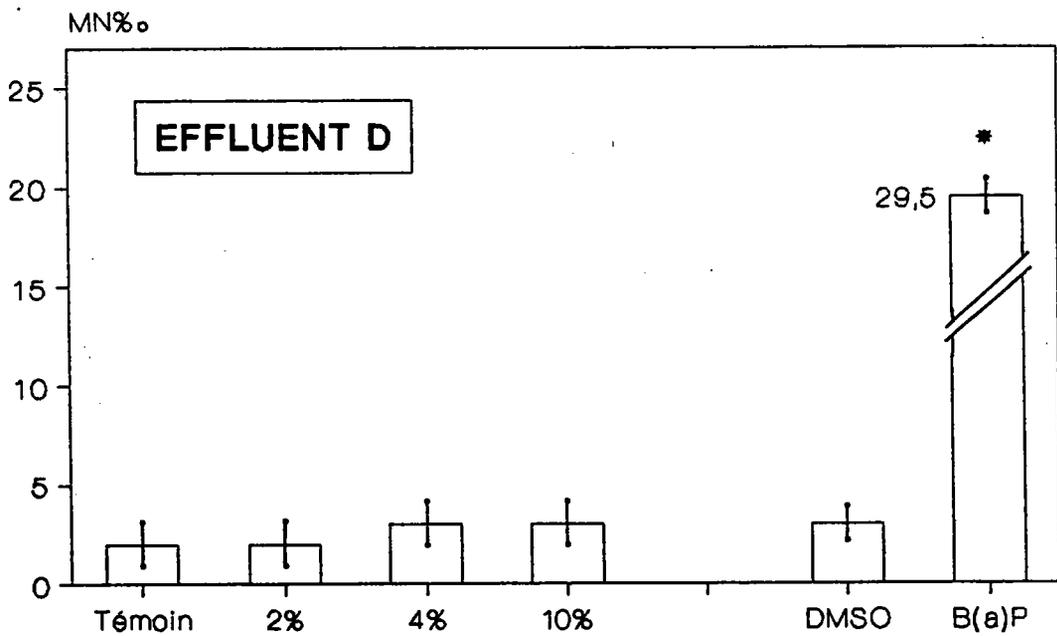


Figure 11: Résultats du test triton réalisé sur l'effluent D
 — Intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

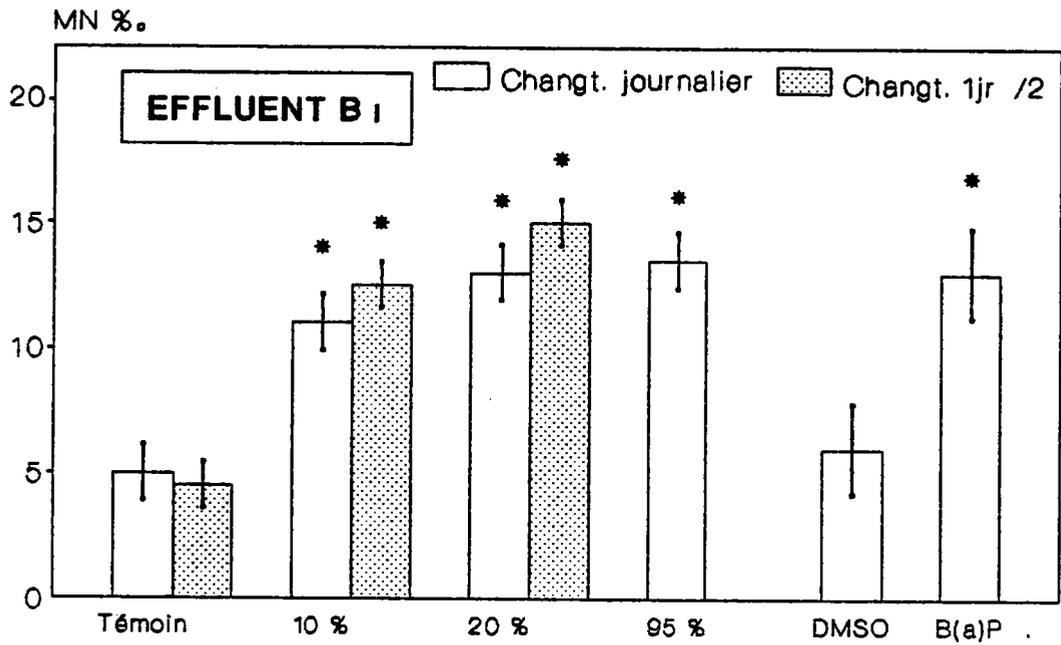


Figure 12: Résultats des tests triton réalisés sur l'effluent B I avec les protocoles standard et simplifié.
 — intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

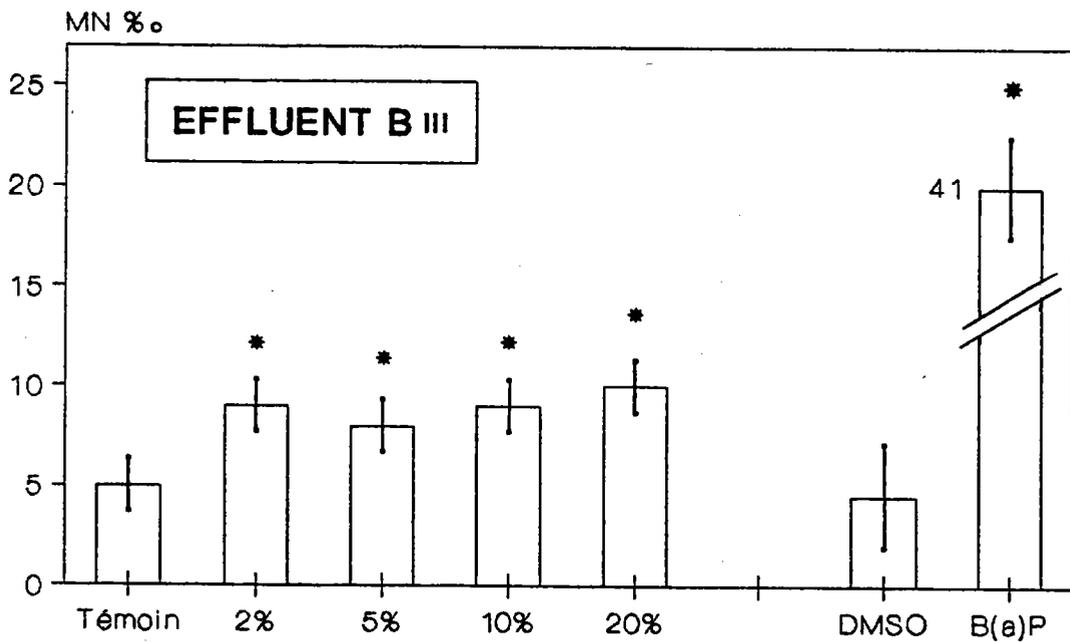


figure 13: Résultats du test triton réalisé sur l'effluent B III
 — intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

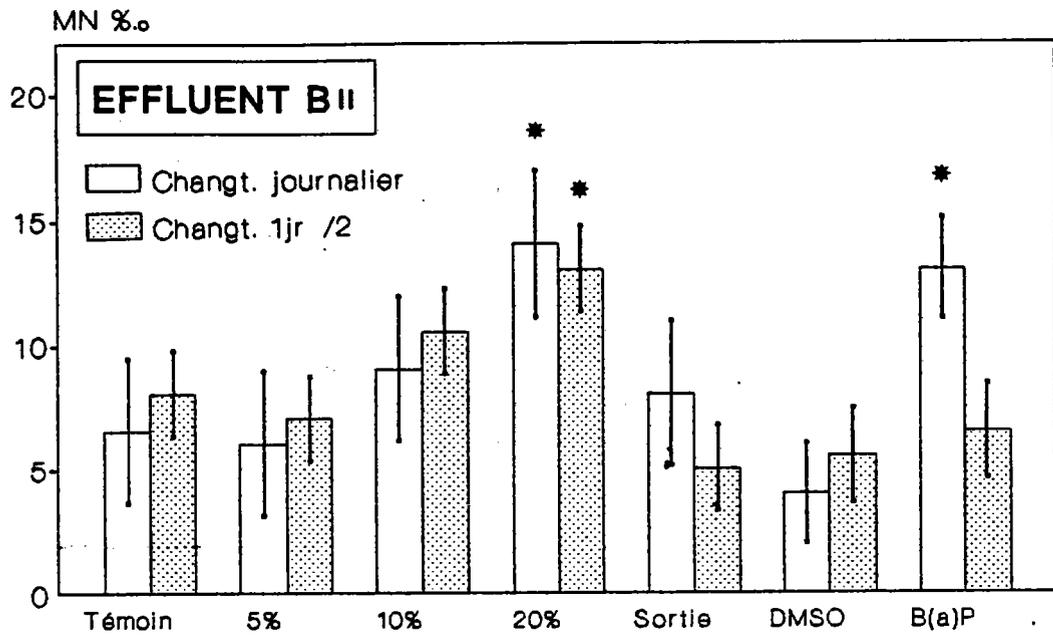


Figure 14: Résultats des tests triton réalisés sur l'effluent B II avec les protocoles standard et simplifié
 — intervalle de confiance à 95%. * Résultats significatif.

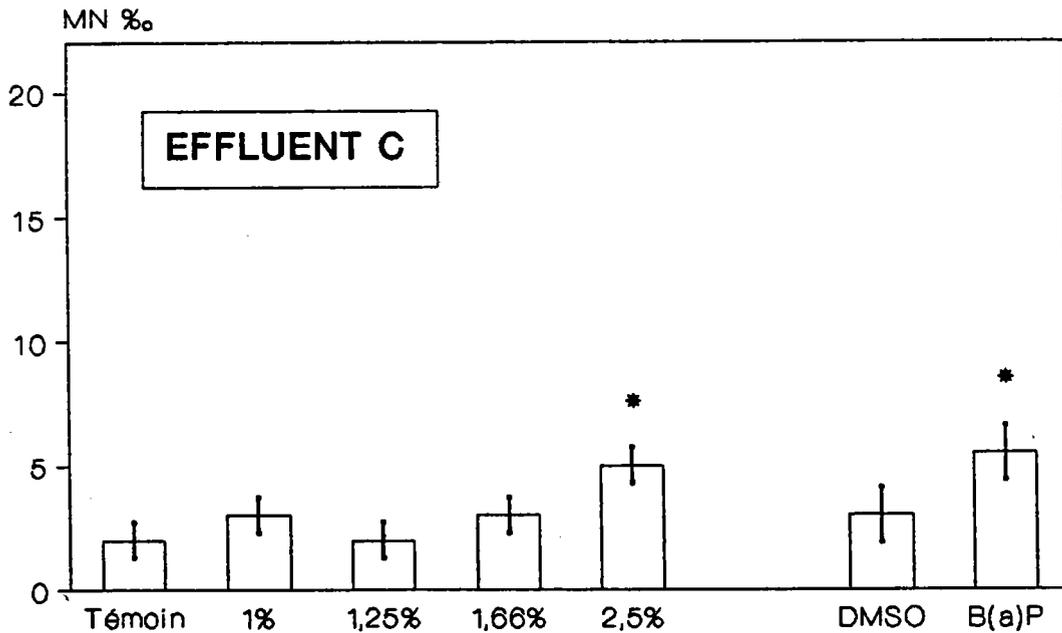


Figure 15: Résultats du test triton réalisé sur l'effluent C
 — intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

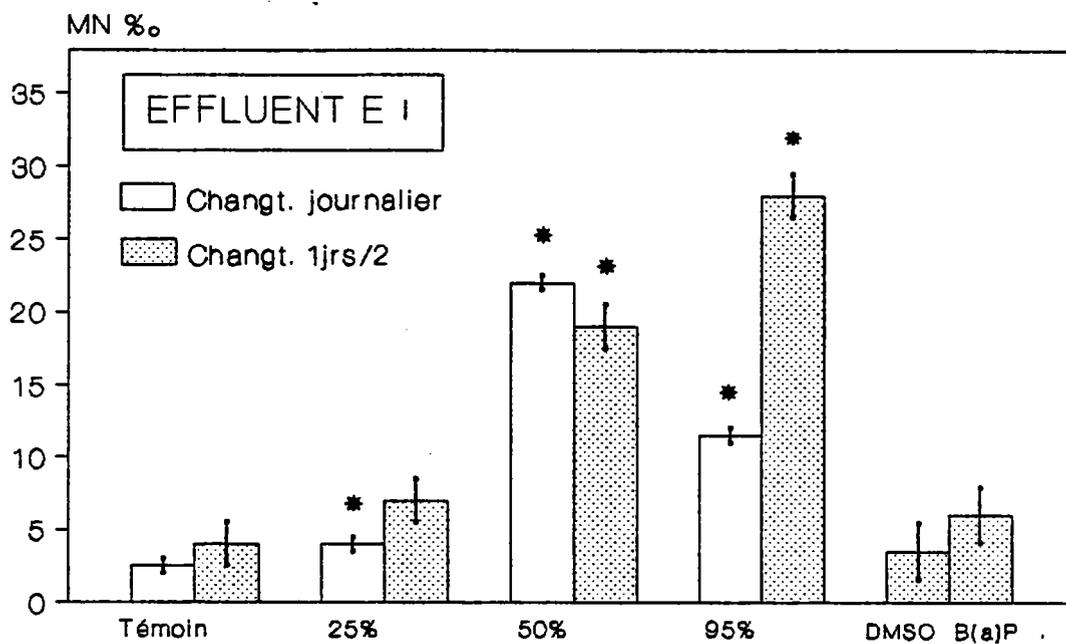


Figure 16: Résultats des essais triton réalisés sur l'effluent E I avec les protocoles standard et simplifié.
 — intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

CHAPITRE III

TABLEAUX 14 à 30

et

FIGURES 17 à 28

Tableau 14 : Choix des concentrations (μg) des différents métaux testés au cours des essais d'interaction sur le test d'Ames.

METAUX	CONCENTRATIONS (μg)				
	Effluents		Testées ($\mu\text{g}/\text{boîte}$)	Théoriques BIIentrée 500 μl	Testées ($\mu\text{g}/\text{boîte}$)
	BI 100 μl	BII 100 μl			
Cr VI	3.0	5.3	1,0 et 5,0		
Cr III				5,5	5,5 et 50,0
Fe III	2,0	1,15	2,5	52,5	50
Zn II	0,5	1,7	1,0	1,6	1,5

Tableau 16 : Concentrations des métaux testés dans les essais d'interaction réalisés avec le tests d'Ames.

Essais	Eléments testés ($\mu\text{g}/\text{bte}$)	pH		Remarques
		S9-	S9+	
I	CrVI 1,0 - 5,0	5,5-6	7-7,5	Interaction CrVI/FeIII/ZnII
	FeIII 2,5	5,5-6	7-7,5	
	ZnII 1,0	5,5-6	7-7,5	
II	CrIII 5,5 - 50,0	5,5-6	7-7,5	Interaction CrIII/FeIII/ZnII
	FeIII 50,0	5,5-6	7-7,5	
	Zn 1,5	5,5-6	7-7,5	

Notes : Les pH indiqués sont ceux des mélanges métaux
+ bactéries \pm S9

Tableau 17 : Plan d'expérience utilisé pour les essais d'interaction CrVI/FeIII/ZnII, essais I réalisé avec le test d'Ames.

Métaux étudiés			Modalités testées (concentrations µg/bte)
CrVI µg/bte	FeIII µg/bte	ZnII µg/bte	
0	0	0	Témoin
		1.0	ZnII (1.0)
	2.5	0	FeIII (2.5)
		1.0	FeIII/ZnII (2.5/1.0)
1.0	0	0	CrI (1.0)
		1.0	Cr/ZnII (1.0/1.0)
	2.5	0	Cr/FeIII (1.0/2.5)
		1.0	Cr/FeIII/ZnII (1.0/2.5/1.0)
5.0	0	0	Cr (2.5)
		1.0	Cr/ZnII (5.0/1.0)
	2.5	0	Cr/FeIII (5.0/2.5)
		1.0	Cr/FeIII/ZnII (5.0/2.5/1.0)

Tableau 18 : Concentrations des substances et éléments testés dans les essais sur triton

Essai	Eléments testés	pHi	pHaj	Remarques
1 a	Benzène Xylène Toluène (µg/l)			
	0,25 3,7 13,0	7,5-8	id	mélange BXT 5 %
	55 74 260	7,5-8	id	mélange BXT
b	55 74 260	7,5-8	id	mélange BXT
	110 148 520	7,5-8	id	mélange 2BXT
	165 222 780	7,5-8	id	mélange 3BXT
2	CrIII (mg/l) 0,1-0,5-1,0-5,0	7-7,5	id	CrCl ₃ .6H ₂ O
3 a	CrVI (mg/l) 0,1-0,5-1,0-5,0	7-7,5	id	K ₂ Cr ₂ O ₇
	0,01-0,1-1,0-10,0	7-7,5	id	
4	ZnII (mg/l) 0,01-0,1-1,0-10,0	7,5-8	id	ZnSO ₄ .7H ₂ O 10,0 mg/l très toxique
5 a	FeIII (mg/l) 0,5-1,5	7-7,5	id	FeCl ₃ .6H ₂ O pas de précipité
	4,5	6,5-7	7	précipité
	13,5	3-3,5	7	précipité
	4,5(-)	6,5-7	7	précipité filtré
	13,5(-)	3-3,5	7	précipité filtré
5 b	13,5(-) (-) précipité filtré après ajustement du pH	3-3,5	7	précipité filtré
6 a,b	CrVI (mg/l) 1,0	7,5-8	id	Interaction CrVI/FeIII/ZnII pas de précipité
	FeIII 0,6	7,5-8	id	
	ZnII 0,3	7,5-8	id	
7 a	CrIII (mg/l) 5,0	7-7,5	5,5-6	Interaction CrIII/FeIII/ZnI Fe précipite
	FeIII 50,0	3-3,5	5,5-6	
	ZnII 1,5	7-7,5	5,5-6	
7 b	CrIII (mg/l) 2,5	7-7,5	5,5-6	Fe précipite
	FeIII 12,5-25,0	3-3,5	5,5-6	
	ZnII 0,75	7-7,5	5,5-6	
7 c	CrIII (mg/l) 2,5	7,5-8	5,5-6	Fe précipite
	FeIII 12,5	3-3,5	5,5-6	
	ZnII 0,75	7,5-8	5,5-6	

Notes : pHi, pH initial du milieu à tester. pHaj, pH ajusté du milieu testé. id, identique, le pH n'est pas modifié.

Tableau 19 : Concentrations des métaux chrome, fer et zinc testés dans les essais d'interaction sur tritons.

Métaux	Concentrations mg/l							
	théoriques BI (5%) BIII (2%)		testées essais 6a,b	théoriques BIentrée (40%) (20%)		testées essais 7a 7b 7c		
CrVI	1.5	1.0	1.0	/	/	/	/	/
CrIII	/	/	/	4.4	2.2	5.0	2.5	2.5
FeIII FeIII	1.0 1.0	0.2	0.6	42	21	50	25 12.5	12.5
ZnII	0,25	0.3	0.3	1.3	0.65	1.5		1.5

Tableau 20 : Plan d'expérience utilisé pour l'essai CrIII/FeIII/ZnII, essai 7b réalisé avec le test triton.

Métaux étudiés			Modalités testées (concentration en mg/l)	
FeIII	CrIII	ZnII		
0	0	0	Témoin	
		0,75	ZnII	0,75
		0	CrIII	2,5
		0,75	CrIII/ZnII	2,5/0,75
12,5	0	0	FeIII	12,5
		0,75	FeIII/ZnII	12,5/0,75
		0	FeIII/CrIII	12,5/2,5
		0,75	FeIII/CrIII/ZnII	12,5/2,5/0,75
25,0	0	0	FeIII	25,0
		0,75	FeIII/ZnII	25,0/0,75
		0	FeIII/CrIII	25,0/2,5
		0,75	FeIII/CrIII/ZnII	25,0/2,5/0,75

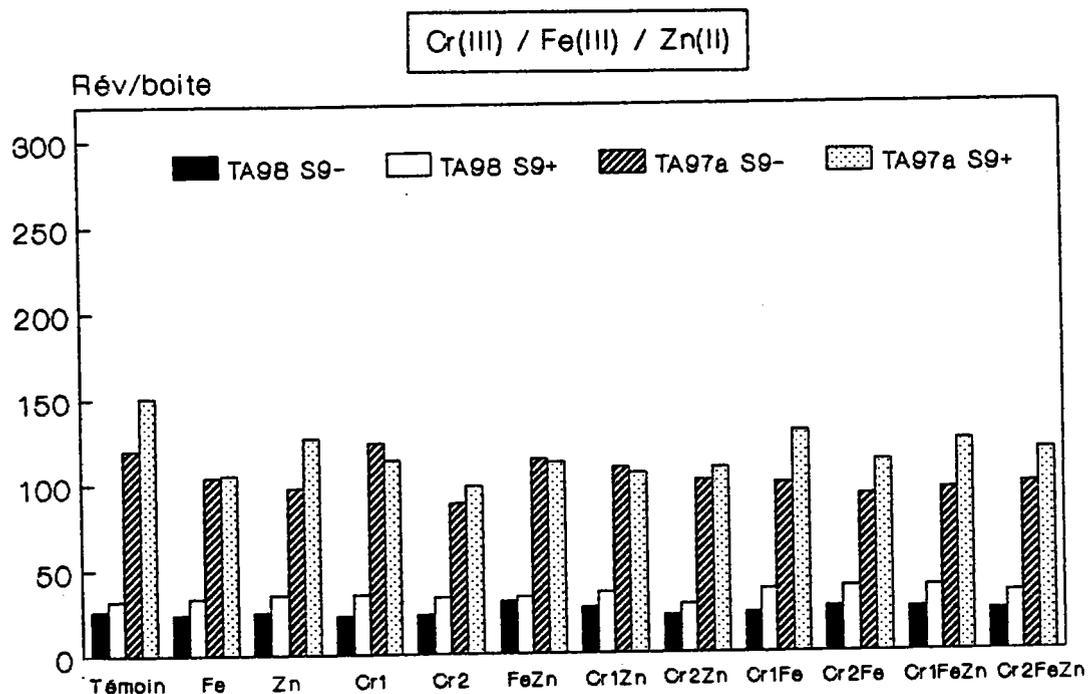


Figure 20: Essai d'interaction Cr(III)/Fe(III)/Zn(II) réalisé avec le test d'Ames sur les souches TA 98 et TA 97a avec et sans activation métabolique. Les concentrations testées ($\mu\text{g}/\text{boîte}$) sont les suivantes: Cr1: 5.5 ; Cr2: 50.0 ; Fe: 50.0; Zn: 1.5.

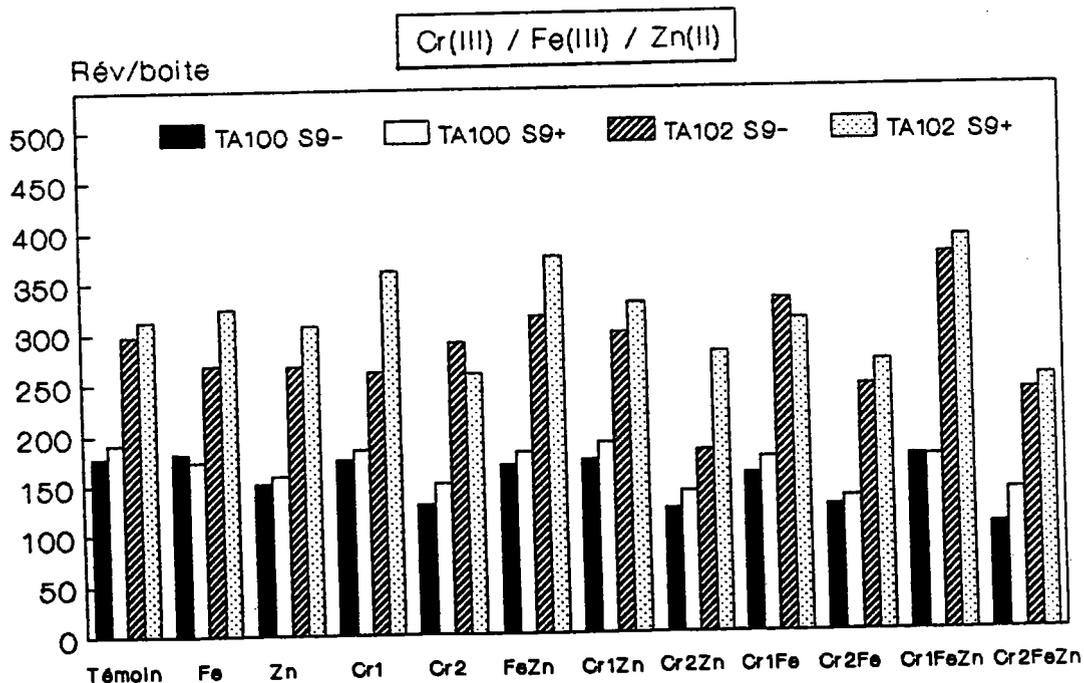


Figure 21: Essai d'interaction Cr(III)/Fe(III)/Zn(II) réalisé avec le test d'Ames sur les souches TA 100 et TA 102 avec et sans activation métabolique. Les concentrations testées ($\mu\text{g}/\text{boîte}$) sont les suivantes: Cr1: 5.5 ; Cr2: 50.0 ; Fe: 50.0; Zn: 1.5.

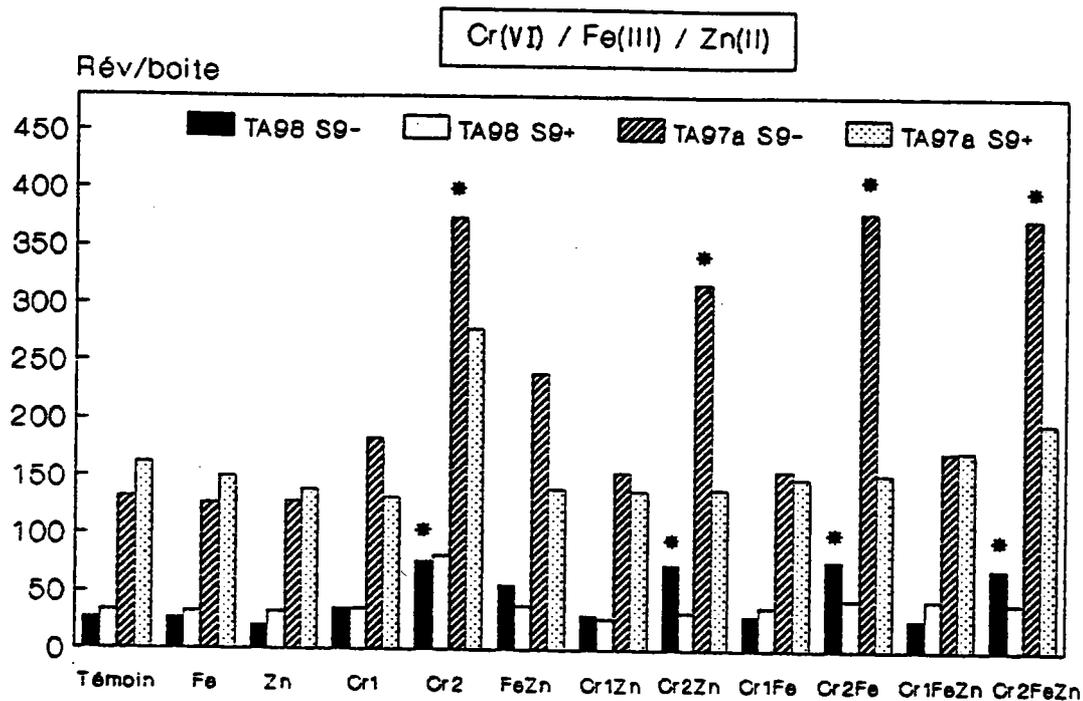


Figure 22: Essai d'interaction Cr(VI)/Fe(III)/Zn(II) réalisé avec le test d'Ames sur les souches TA 98 et TA 97a avec et sans activation métabolique. Les concentrations testées ($\mu\text{g}/\text{boîte}$) sont les suivantes: Cr1: 1.0 : Cr2: 5.0 : Fe: 2.5; Zn: 1.0. * Augmentation significative du nombre de révertants par rapport au témoin.

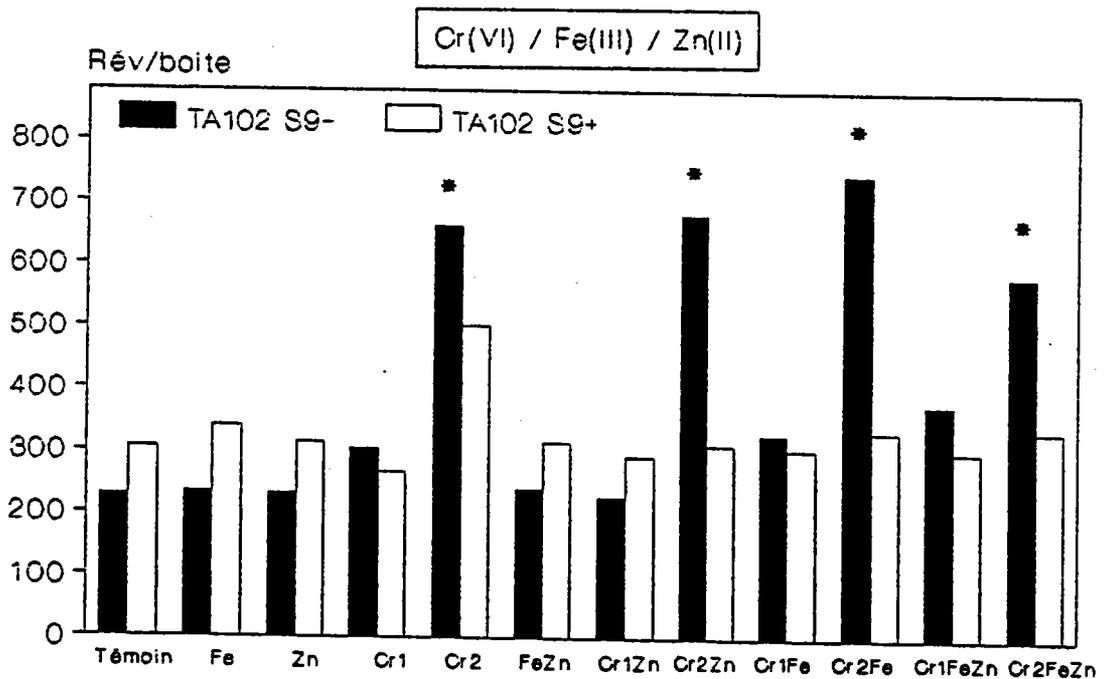


Figure 23: Essai d'interaction Cr(VI)/Fe(III)/Zn(II) réalisé avec le test d'Ames sur la souche TA 102 avec et sans activation métabolique. Les concentrations testées ($\mu\text{g}/\text{boîte}$) sont les suivantes: Cr1: 1.0 : Cr2: 5.0 : Fe: 2.5 ; Zn: 1.0.

* Augmentation significative du nombre de révertants par rapport au témoin.

Tableau 21 : Résultats de l'essai triton réalisé sur le mélange d'hydrocarbures aromatiques, essai 1a,b.

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Essai 1a Témoin	5	6	9	2-14	ICt = 1,6	14
BXT 5%	4	5	4	1-6	-	9
BXT	7	9,5	13	6-27	+	14
B(a)P	10	13,5	15	6-25	+	10
Essai 1b Témoin	3	5	9	0-16	IC = 1,7	27
BXT	5,5	7	9,5	4-11	-	11
2BXT	6	7	8	3-15	-	15
3BXT	5	7	10	3-12	-	13
DMSO	3,5	6	8	1-14	IC = 1,3	28
B(a)P	20	25	30	2-11	+++	14

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l. IC: intervalle de confiance à 95%.

Tableau 22: Quantité de fer restant en solution pour les concentrations 4,5 et 13,5 mg/l, après ajustement du pH à 6,5-7,0.

CONCENTRATIONS (mg/l)					
Théoriques		0,5	1,5	4,5	13,5
Réelles	Totales	0,4	1,1	3,5	9,1
	En solution ^a	ND	ND	0,2	0,08

Note : a, déterminée après filtration du précipité sur papier filtre. ND, non déterminée

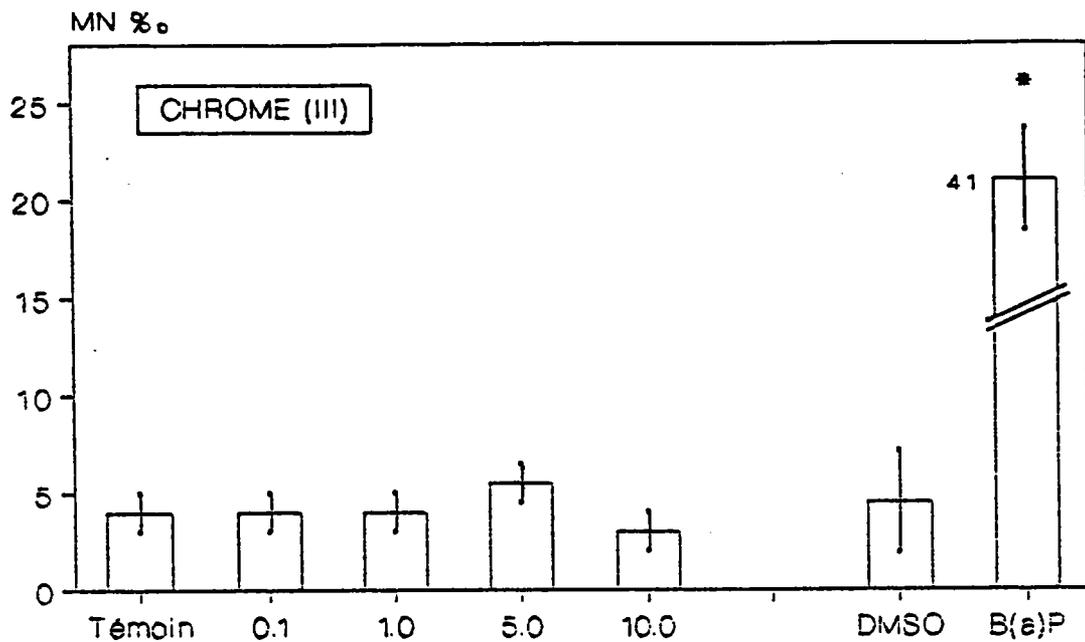


Figure 24: Effet du chrome III sur les larves de pleurodèle. Les concentrations testées sont exprimées en mg/l.
 — intervalle de confiance à 95% . * Résultat significatif.

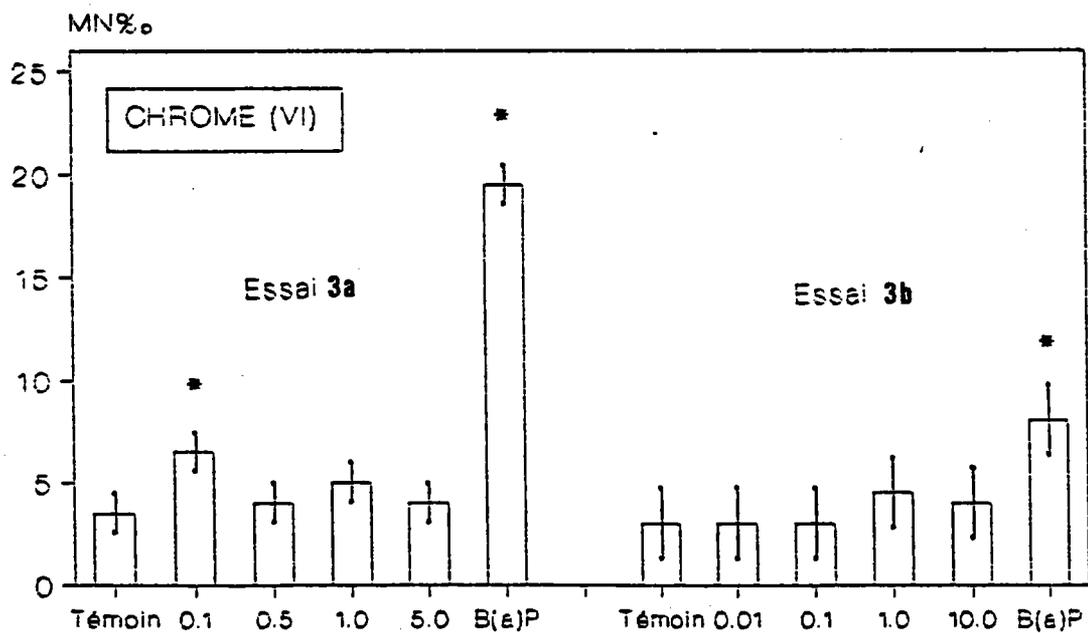


Figure 25: Effet du chrome VI sur les larves de pleurodèle. Les concentrations testées sont exprimées en mg/l.
 — intervalle de confiance à 95% . * Résultat significatif.

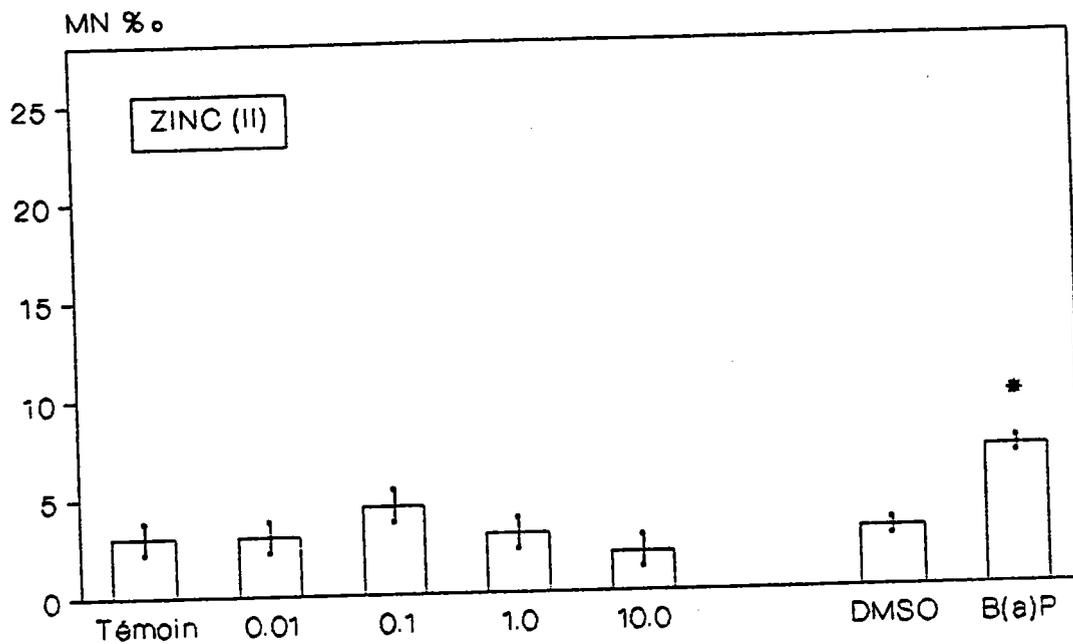


Figure 26: Effet du zinc sur les larves de pleurodèle. Les concentrations testées sont exprimées en mg/l.
 — Intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

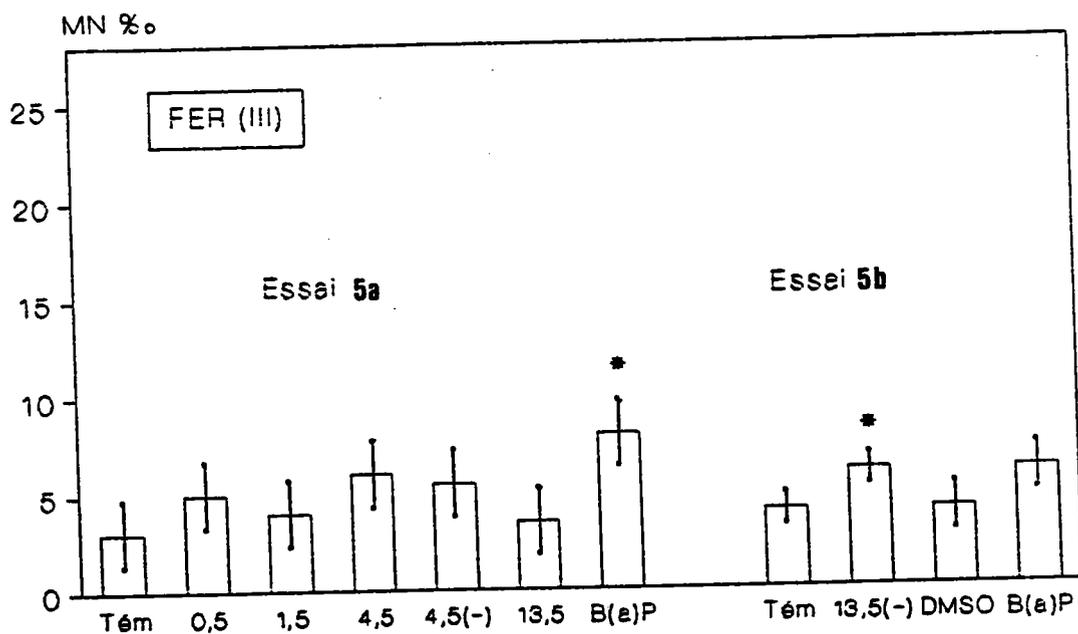


Figure 27: Effet du fer III sur les larves de pleurodèle. Les concentrations testées sont exprimées en mg/l.
 — Intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

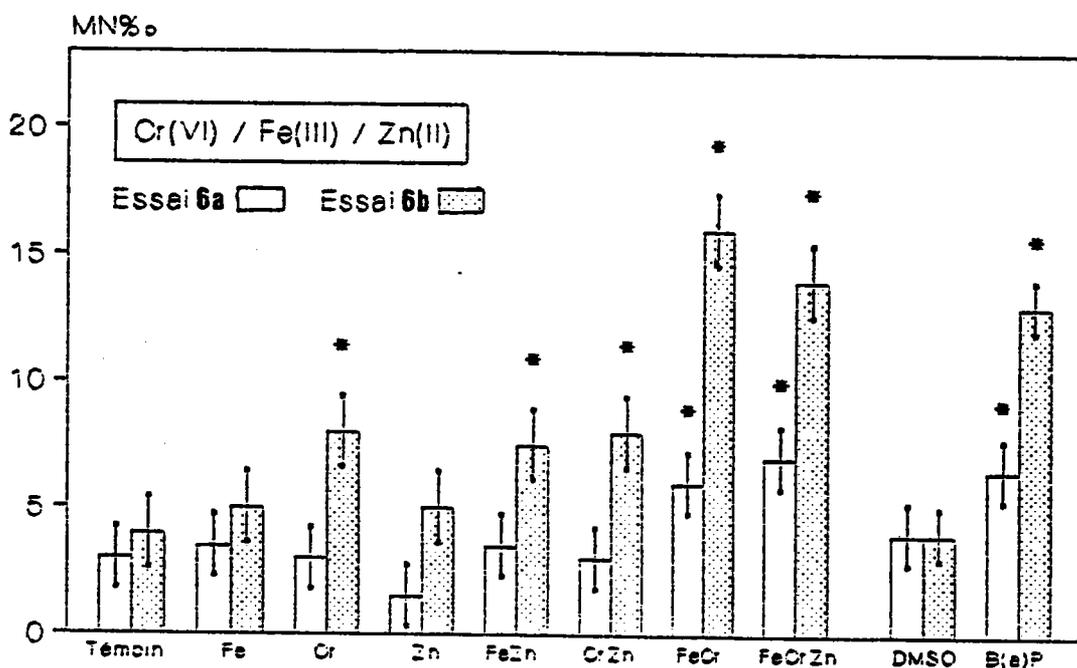


Figure 28: Essais d'interaction Cr(VI)/Fe(III)/Zn(II) réalisé sur les larves de pleurodèle. Les concentrations (mg/l) des métaux testés sont les suivantes: Cr(VI): 1.0 ; Fe(III): 0.6 ; Zn(II): 0.3. — Intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

Tableau 23 : Résultats des deux essais d'interaction CrVI/FeIII/ZnII (6a et 6b) réalisés sur larves de pleurodèle.

		Témoïn	Fe 0.6 ^a	Cr 1.0	Zn 0.3	FeZn	CrZn	FeCr	FeCrZn	DMSO ^b	B(a)P ^b
E S S A I 6a	Qi	1	3	1.5	1	2	3	5	4	2	5
	Méd	3	3.5	3	1.5	3	3.5	6	7	4	6.5
	Qs	4	6	4.5	3	4	5	7.5	9	5	10
	Ext	0-6	1-8	0-10	0-7	1-10	0-9	0-15	2-14	1-8	0-14
	Rés	IC 1.2	-	-	-	-	-	+	+	IC 1.2	+
	N	14	14	15	14	13	14	15	11	13	14
E S S A I 6b	Qi	2	4	6.5	3	6	5	12	8.5	3	10.5
	Méd	4	5	8	5	8	7.5	16	14	4	13
	Qs	5	5	10.5	8	11.5	8.5	18.5	17.5	5	14.5
	Ext	0-9	1-12	3-12	2-9	4-21	5-18	5-21	6-25	3-8	5-27
	Rés	IC 1.4	-	+	-	+	+	++	++	IC 0.95	++
	N	10	9	8	7	8	8	8	8	10	7

Notes: a : concentration en mg/l ; b: DMSO 200 µl/l, B(a)P 25 µg/l. IC: intervalle de confiance à 95%

Tableau 24 : Résultats de l'essais d'interaction CrIII/FeIII/ZnII 7a réalisés sur larves de pleurodèle

		Témoïn	Fe 50 ^a puis 25	Cr 5.0	Zn 1.5	FeZn 50/1.5 puis 25/0.75	CrZn 5.0/1.5	FeCr 50/5.0 puis 25/2.5	FeCrZn 50/5.0/1.5 puis 25/2.5/0.75	DMSO ^b	B(a)P ^b
E S S A I 7a	Qi	2	4	5	3	9	2.5	3.5	7	3.5	20
	Méd	7	5.5	6.5	4.5	11	3	6.5	14	6.5	34.5
	Qs	7	8.5	11	6.5	16	7.5	11.5	25	10.5	73
	Ext	1-11	1-31	3-15	1-14	3-22	0-27	1-14	4-30	1-16	9-87
	Rés	IC 2.4	-	-	-	-	-	-	+	IC 3.7	+++
	N	10	12	12	12	10	11	14	10	8	14

Notes : a : concentration en mg/l ; b : DMSO 200 µl/l, B(a)P 25 µg/l. IC: intervalle de confiance à 95%

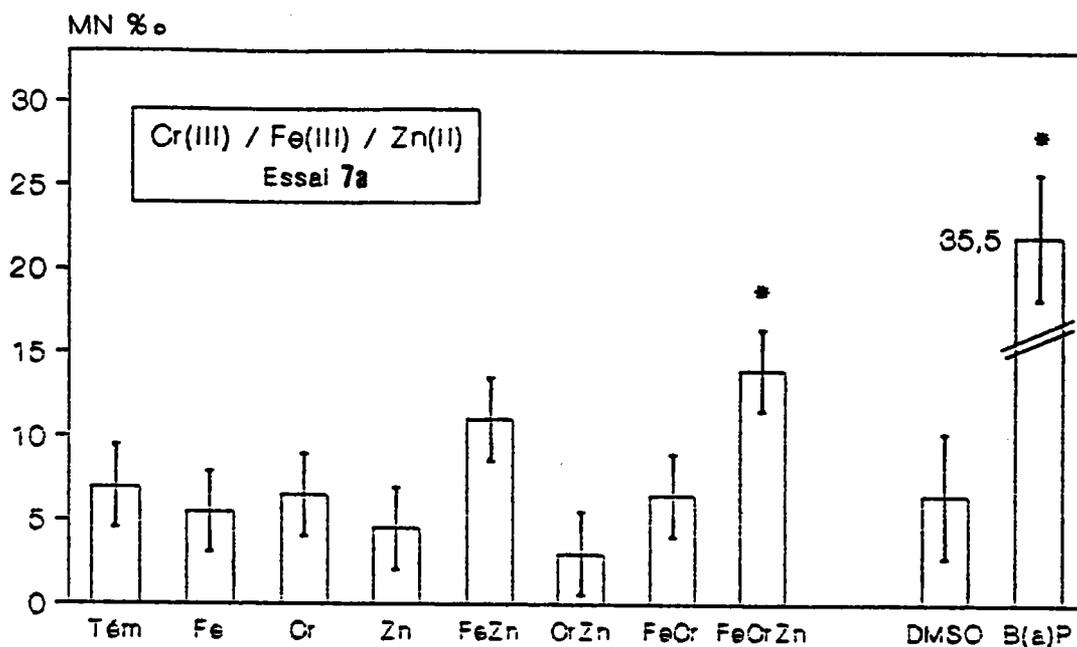


Figure 29: Essai d'interaction Cr(III)/Fe(III)/Zn(II) numéro 1 réalisé sur les larves de pleurodèle. Les concentrations (mg/l) des métaux testés sont les suivantes: : Cr(III): 5.0 : Fe(III): 50.0 : Zn(II): 1.5 .Pour tous les lots contenant du fer l'intoxication a été stoppée à J11 puis reprise une semaine plus tard, avec des concentrations diminuées de moitié, pour une durée de 10 jours. Pour les autres lots le protocole standard a été suivi.
— Intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

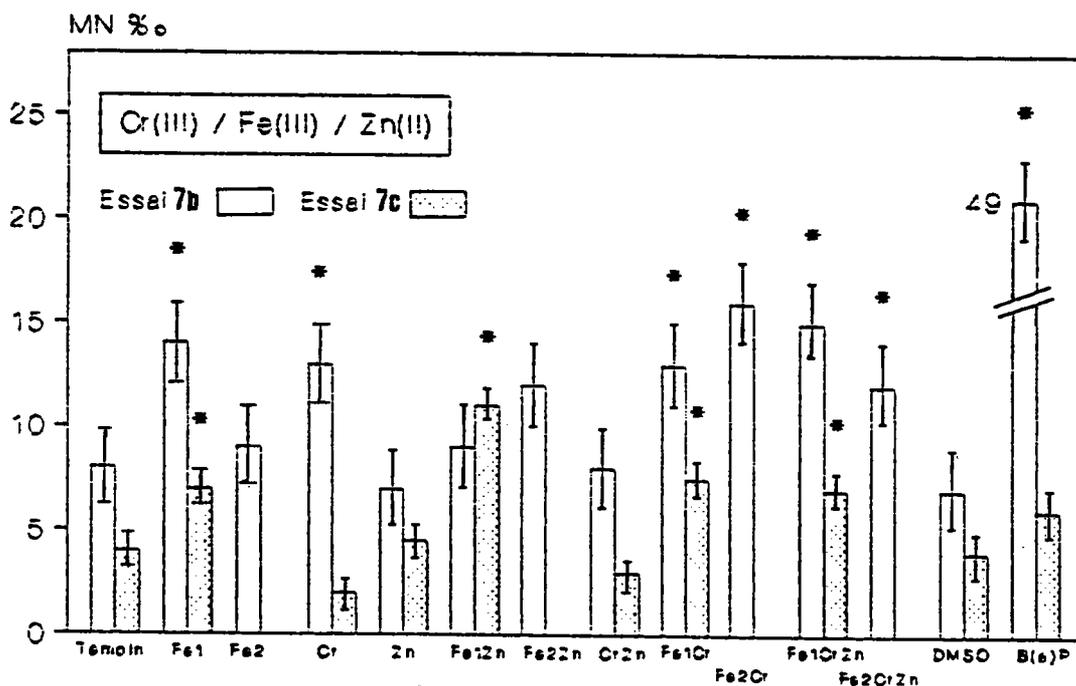


Figure 30: Essais d'interaction Cr(III)/Fe(III)/Zn(II) numéro 2 et 3 réalisés sur les larves de pleurodèle. Les concentrations (mg/l) des métaux testés sont les suivantes: Cr(III): 2.5 : Fe1: 12.5 : Fe2: 25.0 : Zn(II): 0.75 .
— Intervalle de confiance à 95%. * Résultat significatif.

Tableau 25: Résultats des essais d'interaction CrIII/FeIII/ZnII 7b et 7c, réalisés sur larves de triton

		Témoïn	Fe1 12,5 ^a	Fe2 25	Cr 2,5	Zn 0,75	Fe1Zn	Fe2Zn	CrZn	Fe1Cr	Fe2Cr	Fe1CrZn	Fe2CrZn	DMSO ^b	B(a)P ^b
E S S A I 7b	Qi	7	11,5	6,5	7	5,5	7	5,5	7	13	9	12,5	5,5	6	33
	Méd	8	14	9	13	7	9	12	8	13	16	15	12	7	49
	Qs	11	25,5	14,5	14	14	18,5	16	11	14,5	21	18	14,5	7	61
	Ext	2-14	8-40	5-32	6-19	4-18	1-19	1-22	3-16	4-25	6-21	5-25	4-23	3-9	23-153
	Rés	IC 1,9	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	IC 0,5	+++
	N	10	7	7	10	11	7	7	9	7	9	8	8	9	10
E S S A I 7c	Qi	3	5	NT ^c	1	3	8,5	NT	2	4,5	NT	5	NT	2	5
	Méd	4	7		2	4,5	11		3	7,5		7		4	6
	Qs	5	10		4	6	16		4	9,5		10		5	8
	Ext	2-10	2-17		0-6	0-10	6-32		0-7	2-20		2-16		1-9	2-13
	Rés	IC 0,8	+		-	-	+		-	+		+		IC 1,2	-
	N	14	13		14	14	11		14	12		10		14	14

Notes : a : concentrations en mg/l ; b : DMSO 200 µl/l, B(a)P 25 µg/l ; c : non testé. IC intervalle de confiance à 95%

Tableau 26 : Essai d'interaction CrIII/FeIII/ZnII 7b ; part de métal précipité et en solution pour chaque modalité testée.

Modalités	Concentrations (mg/l)		
	Théoriques	Totales ^a	Réelles En solution ^b
Témoins: Fe	0,000	0,004	ND
Cr	0,000	0,004	ND
Zn	0,000	0,05	ND
Fe1	12,5	10,0	0,3
Fe2	25,0	22,5	0,3
Cr	2,5	2,35	1,7
Zn	0,75	0,68	0,59
Fe1/Zn	12,5/0,75	9,6/0,68	0,44/0,5
Fe2/Zn	25,0/0,75	17,9/0,60	0,55/0,44
Cr/Zn	2,5/0,75	2,3/0,68	1,9/0,48
Fe1/Cr	12,5/2,5	9,6/1,9	0,35/0,5
Fe2/Cr	25,0/2,5	17,9/1,9	0,42/0,05
Fe1/Cr/Zn	12,5/2,5/0,75	9,9/1,9/0,62	0,44/0,15/0,46
Fe2/Cr/Zn	25,0/2,5/0,75	18,2/1,85/0,61	0,37/0,09/0,28

Notes: a: Analyses réalisées à partir de deux prélèvements, b: déterminée après filtration afin d'éliminer le précipité éventuellement formé. ND, non déterminé.

Tableau 27 : tableau récapitulatif des résultats des essais tritons réalisés pour les plans d'interaction CrVI/FeIII/ZnII (essais 6a et 6b) et CrIII/FeIII/ZnII (essai 7a, 7b, 7c).

Modalités	Essais CrVI/FeIII/ZnII		Essais CrIII/FeIII/ZnII		
	1	2	1 ^b	2	3
Témoin	-	-	-	-	-
Fe 0,6 ^a 12,5 25,0 50,0	-	-	-	+	+
Cr(VI) 1,0	-	+	-	-	-
Cr(III) 2,5 5,0	-	-	-	+	-
Zn 0,3 0,75 1,5	-	-	-	-	-
FeZn 0,6/0,3 12,5/0,75 25,0/0,75 50,0/1,5	-	+	-	-	+
CrZn 1,0/0,3 2,5/0,75 5,0/1,5	-	+	-	-	-
FeCr 0,6/1,0 12,5/2,5 25,0/2,5 50,0/5,0	+	+	-	+	+
FeCrZn 0,6/1,0/0,3 12,5/2,5/0,75 25,0/2,5/0,75 50,0/5,0/1,5	+	+	+	+	+

Notes: a: concentrations (mg/l). b: essai 7a: CrIII/FeIII/ZnII 5,0/50,0/1,5 mg/l pendant 11 jours puis, seulement pour les modalités avec du fer, arrêt de l'intoxication pendant une semaine et reprise du traitement pendant 10 jours avec 2,5/25,0/0,75 mg/l. Les lots ne contenant pas de fer ont été intoxiqués selon le protocole classique.

Tableau 28 : Sensibilité au benzo(a)pyrène des différents lots de larves utilisés au cours de cette étude.

Essais	Modalités	O1	Méd	Os	Extrêmes	IC	N
A	Témoin	2	3	5	0-7	1.1	17
	DMSO	2	3	5	1-6	1.0	19
	B(a)P	5	8	12.5	2-23	+	16
B1	Témoin	3	5	6	1-7	1.1	17
	DMSO	4	6	9	1-10	1.8	17
	B(a)P	10	13	18	6-27	+	19
B11	Témoin	4	6.5	10	2-12	2.9	10
	DMSO	2	4	6	1-8	2.0	9
	B(a)P	6	13	19	2-24	+	9
B111	Témoin	4	5	6.5	3-7	1.3	8
	DMSO	3	4.5	9	2-11	2.6	12
	B(a)P	31	41	47	16-67	+++	10
C	Témoin	1	2	3	0-5	0.7	18
	DMSO	1	3	3	1-7	0.7	17
	B(a)P	3	5.5	6.5	2-17	+	17
D	Témoin	1.5	2	4.5	1-10	1.1	16
	DMSO	2	3	4	1-7	0.85	13
	B(a)P	22	29.5	36	15-39	+++	12
3a	Témoin	3	3.5	5	1-9	0.95	10
	DMSO	NT					
	B(a)P	11.5	19.5	25	6-31	+++	12
3b et 5a	Témoin	1	3	5	0-9	1.7	13
	DMSO	NT					
	B(a)P	4	8	17	3-32	+	13
5b	Témoin	3	4	5	2-10	0.8	14
	DMSO	2	4	5	1-9	1.2	14
	B(a)P	5	6	8	2-13	-	14
4	Témoin	2	3	4	1-8	0.8	13
	DMSO	3	3	4	1-9	0.4	12
	B(a)P	4.5	7	10	2-11	+	12
6a	Témoin	2	4	5	0-9	1.4	10
	DMSO	3	4	5	3-8	0.95	10
	B(a)P	10.5	13	14.5	5-27	+	7
6b	Témoin	1	3	4	0-6	1.2	14
	DMSO	2	4	5	1-8	1.2	13
	B(a)P	5	6.5	10	0-14	+	14
7a	Témoin	2	7	7	1-11	2.4	10
	DMSO	3.5	6.5	10.5	1-16	3.7	8
	B(a)P	20	34.5	73	9-87	+++	10
7b	Témoin	7	8	11	2-14	1.9	10
	DMSO	6	7	7	3-9	0.5	9
	B(a)P	33	49	61	22-153	+++	10
7c	Témoin	3	4	5	2-10	0.8	14
	DMSO	2	4	5	1-9	1.2	14
	B(a)P	5	6	8	2-13	-	14

Notes : MN . micronoyau. N . nombre de frottis observés.
DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l. NT. non testé. IC intervalle de confiance à 95%.

Tableau 29 : Résultats par frottis des trois numérations réalisées pour l'essai CrIII/FeIII/ZnII 7b ; exemple des lots Témoin et Fe2Cr.

Frottis	Lectures			Moyenne ± ET	CV %
	1	2	3		
Témoin					
1	2	2	5	3,0 ± 1,7	56,7
2	NL	3	5	4,0 ± 1,0*	25,0
3	7	4	9	6,7 ± 2,5	37,3
4	7	5	11	7,7 ± 3,0	38,9
5	8	6	7	7,0 ± 1,0	14,3
6	8	11	6	8,3 ± 2,5	30,1
7	8	7	6	7,0 ± 1,0	14,3
8	10	10	7	9,0 ± 1,7	18,9
9	11	17	9	12,3 ± 4,2	34,1
10	13	7	6	8,7 ± 3,8	43,7
11	14	10	7	10,3 ± 3,5	34,0
Fe2Cr					
1	6	5	6	5,7 ± 0,6	10,5
2	8	7	8	7,7 ± 0,6	7,8
3	9	12	7	9,3 ± 2,5	26,9
4	9	11	16	12,0 ± 3,6	30,0
5	16	22	20	19,3 ± 3,0	15,5
6	17	19	10	15,3 ± 4,7	30,7
7	21	12	14	15,7 ± 4,7	29,9
8	22	8	16	15,3 ± 7,0	45,7
9	26	26	23	25,0 ± 1,7	6,8

Notes: ET: écart type. CV: coefficient de variation exprimé en pourcentage. NL: non lu. * écart à la moyenne

Tableau 30 : Influence de la numération des frottis sur le résultat de l'essai CrIII/FeIII/ZnII 7b.

Modalités	Oi ^c	Méd ^c	Os ^c	Extrêmes	IC	Rés	N
Témoïn 1 ^a	7	8	11	2-14	6.1-9.9 ^d		10
2	4.5	7	10	2-17	5.5-9.5 ^d		11
3	6	7	8	5-11	6.1-7.9 ^d		11
FeI 12.5 ^b	11.5	14	25.5	8-40	12.1-15.9	+	7
2	10.5	15.5	17.5	4-28	13-18	+	8
3	7.5	11	21.5	2-24	10.1-11.9	+	8
Fe2 25.0	6.5	9	14.5	5-32	7.1-10.9	-	7
2	7	13	18.5	3-54	10.5-15.5	+	8
3	10	12	21.5	5-47	11.1-12.9	+	8
CrIII 2.5	7	13	14	6-19	11.9-14.9	+	10
2	6	8	12	5-16	5.5-10.5	-	10
3	5	9.5	12	3-15	8.6-10.3	+	10
ZnII 0.75	5.5	7	14	4-18	5.1-8.9	-	11
2	4.5	7	9	3-16	4.5-9.5	-	11
3	4.5	5	9	3-14	4.1-5.9	-	11
FeI Zn	7	9	18.5	1-19	7.1-10.9	-	7
2	7	9	10.5	7-19	6.5-11.5	-	8
3	3.5	5	12.5	2-16	4.1-5.9	-	8
Fe2 Zn	5.5	12	16	1-22	10.1-13.9	+	7
2	6	9	12	4-14	6.5-11.5	-	7
3	5	9	12.5	4-19	8.9-9.9	+	7
Cr Zn	7	8	11	3-16	6.1-9.9	-	9
2	4	5	9	3-14	6.5-11.5	-	9
3	4	5	9	2-19	4.1-5.9	-	9
FeI Cr	13	13	14.5	4-25	11.1-14.9	+	7
2	12.5	14	21	5-28	11.5-16.5	+	7
3	10.5	13	13.5	6-29	12.1-13.9	+	7
Fe2 Cr	9	16	21	6-26	14.1-17.9	+	9
2	6	12	19	5-26	9.5-14.5	-	9
3	8	14	16	6-23	13.1-15.9	+	9
FeI Cr Zn	12.5	15	18	5-25	13.1-16.9	+	8
2	10.5	14.5	18.5	5-28	12-17	+	8
3	6.5	15	16.5	5-25	14.1-15.9	+	8
Fe2 Cr Zn	5.5	12	14.5	4-23	10.1-13.9	+	8
2	4.5	13	15	2-15	10.5-15.5	+	8
3	6	10.5	11	4-16	9.6-11.4	+	8
DMSO	6	7	7	3-9	6.5-7.5 ^e		9
2	4	6	7	2-9	4.6-7.4 ^e		11
3	3.5	6	9.5	2-14	3.3-8.7 ^e		11
B(a)P	33	49	61	22-153	48.5-49.5	+++	10
2	45	48	54	19-131	46.6-49.4	+++	10
3	38	46	55	13-119	43.3-48.7	+++	10

Notes: a : résultats des trois numérations réalisées sur chaque lot de frottis. b: concentration en mg/l. c: micronoyaux pour mille érythrocytes. d: intervalle de confiance à 95% du témoin numération 1. IC = 1.9 ; numération 2. IC = 2.5 et numération 3 IC = 0.9. N : nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l. e : témoin DMSO ; numération 1. IC = 0.5 ; numération 2. IC = 1.4 et numération 3. IC = 2.7.

CHAPITRE IV

TABLEAUX 31 à 36

Tableau 31 : Concentrations des substances et éléments testés lors des essais sur triton mis en oeuvre pour l'étude du mode d'action de FeIII et de CrVI chez les larves de pleurodèle.

Essai	Eléments testés	pHi	pHaj	Remarques
8	FeIII (mg/l) 12,5 NEM (µg/l) 62,6 Na ₂ -EDTA (mg/l) 81,9	3-3,5 7-7,5 5,5-6	5,5-6 5,5-6 id	Larves au stade 53 avancé. Pas de précipité de Fe en présence d'EDTA
9	FeIII (mg/l) 12,5 CN ⁻ (µg/l) 50,0 Na ₂ -EDTA (mg/l) 81,9	3-3,5 7-7,5 5,5-6	5,5-6 5,5-6 id	Fe ne précipite pas en présence d'EDTA.
10	FeIII (mg/l) 0,6 CrVI (mg/l) 1,0 Vitamine C (g/l) 1,0	7-7,5 7-7,5 2,5-3	id id 7-7,5	Pas de précipité de fer visible
11a,b	FeIII (mg/l) 0,6 CrVI (mg/l) 1,0 CN ⁻ (µg/l) 25,0 et 5,0	7-7,5 7-7,5 7-7,5	id id id	11b, larves stade 53 dépassé.

Notes : pHi, pH initial du milieu à tester. pHaj, pH ajusté du milieu testé. id, identique, le pH n'est pas modifié.

Tableau 32 : Résultats du test triton numéro 8 réalisé avec FeIII en présence de N-éthylmaléimide (NEM) et d'EDTA.

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	3.5	4	0-7	IC = 1.7	14
Fe 12.5	4	5	5	0-8	-	14
EDTA 81.9	2	2	5	0-7	-	14
NEM 0.062	2	3	4	0-8	-	14
EDTA/NEM	2	3	4	1-9	-	14
Fe/EDTA	3	5	5	1-11	-	14
Fe/NEM	3	3.5	3.5	1-6	-	12
Fe/EDTA/NEM	3	4	4	1-8	-	14
B(a)P	7	10.5	14	2-25	++	14

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés
B(a)P 25 µg/l.

Tableau 33 : Résultats du test triton numéro 9 réalisé avec FeIII en présence de cyanure (CN) et d'EDTA.

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	2	3	0-4	IC = 0.4	13
Fe 12.5	3	3	5	2-9	±	14
EDTA 81.9	2	2	5	0-7	-	14
CN 0.05	2	3	4	8-51	++++	11
Fe/EDTA	3	5	5	1-10	-	13
Fe/CN	3	3.5	3.5	7-55	++++	11
Fe/EDTA/CN	3	4	4	5-65	++++	13

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés.
± résultat à la limite de la positivité

Tableau 34 : Résultats du test triton numéro 10a réalisé avec FeIII et CrVI avec et sans acide ascobique.

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	3	3,5	5	1-8	IC = 0,8	14
Fe 0,6	4	5,5	6	1-9	±	14
Cr 1,0	3	4	7	1-12	-	14
Vit C 1000	2	3	4	1-8	-	15
FeCr	3,5	6	7	2-10	+	12
FeVit C	1	2	4	1-5	-	15
CrVit C	2	2	6	1-9	-	13
FeCrVitC	2	3	4	1-6	-	15
B(a)P	7,5	9,5	13	2-15	+	12
B(a)P VitC	4,5	5	6	2-18	-	15

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés
B(a)P 25 µg/l.

Tableau 35 : Comparaison des taux de cellules à MN observés pour les lots traités avec et sans acide ascorbique (essai 10a)

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Vit C 1000	2	3	4	1-8	IC = 0,8	15
Témoin	3	3,5	5	1-8	-	14
FeVit C	1	2	4	1-5	IC = 1,2	15
Fe 0,6	4	5,5	6	1-9	-	14
CrVit C	2	2	6	1-9	IC = 1,7	13
Cr 1,0	3	4	7	1-12	-	14
FeCrVitC	2	3	4	1-6	IC = 0,8	15
FeCr	3,5	6	7	2-10	+	12
B(a)P VitC	4,5	5	6	2-18	IC = 0,6	15
B(a)P	7,5	9,5	13	2-15	+	12

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés
B(a)P 25 µg/l.

Tableau 36 : Effet d'un traitement des larves de pleurodèle par le cyanure sur l'induction de cellules à MN par FeIII et/ou CrVI (essais 11a et 11b).

		Fe		Cr		CN5		CN25						DMSO ^b B(a)P ^b		
		Tém.1 0.6	^a	1.0	FeCr	Tém.2	0.005	0.025	FeCN5	FeCN25	CrCN5	CrCN25	FeCrCN5	FeCrCN25		
E S S A I 11a	Qi	2	6	3,5	5		2	3	3	7,5	3	8	5,5	7	2	3
	Méd	3	7	4	6,5	NR	4	4,5	6	10	6	18	8	10,5	3	5,5
	Qs	3,5	9	6,5	9		5	7	9	13	11	25,5	10	20	3	11
	Ext	0-6	3-12	1-10	2-14		0-9	0-10	3-13	2-25	2-15	5-50	2-15	4-40	1-5	1-25
	Rés	IC 0,7	+	-	+	NR	-	±	+	+	+	+	+	+	IC 0,4	+
	N	12	13	15	14		13	14	14	15	13	15	15	14	15	14
E S S A I 11b	Qi	1	4	6	4,5	2	4	2	7	10	5	4	11,5	12		9
	Méd	2	5	8	6	3	4	4	8	11	6	5	12	14	NR	10,5
	Qs	3	6	8,5	6,5	3	5	5	9,5	13	7,5	6	16	17		11
	Ext	0-5	2-8	4-12	4-21	1-4	3-8	2-7	5-15	8-15	4-11	5-21	6-19	8-19		4-14
	Rés	IC 0,8	±	+	+	IC 0,5	-	-	+	+	+	+	++	++	NR	+
	N	14	9	8	8	10	11	11	11	11	11	11	11	11		14

Notes : a : concentration en mg/l ; b: DMSO 200 µl/l, B(a)P 25 µg/l. IC: intervalle de confiance à 95%.
NR : non réalisé. ± résultat à la limite de la significativité.

ANNEXE I

RESULTATS BRUTS DES TESTS D'AMES REALISES DANS LE CADRE DES ESSAIS SUR LES EFFLUENTS

Les concentrations sont exprimées en $\mu\text{l}/\text{boîte}$. RS: révertants spontanés.
* nombre moyen de révertant par boîte calculé à partir de deux expériences indépendantes. DMSO: 100 $\mu\text{l}/\text{boîte}$. Témoins positifs ($\mu\text{g}/\text{boîte}$): 2NF, 2-nitrofluorène 0,25. 9AA, 9-aminoacridine 50,0. HyCu, hydroperoxyde de cumène 75,0. B(a)P, benzo(a)pyrène 0,5. Dan, dantron 50,0.

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'échantillon A

Souches -/+ S9mix	Témoins				Effluent (µl)			
	RS	Tiers solvant	Témoins positifs		0	100	250	500
TA 98 S9- S9+	13* 21	DMSO	2NF	B(a)P	10 22	12 17	19 23	14 22
		18 20	46	85				
TA 97a S9- S9+	152 208	DMSO	9AA	B(a)P	115 156	102 129	99 100	92 139
		119 181	279	316				
TA 100 S9- S9+	91 94	H ₂ O	DMSO	NaN ₃	77 74	75 73	78 84	84 86
		73	85	553				

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon A

Concent. µl/boîte	SOUCHES (-/+ S9mix)							
	TA 98		TA 97a		TA 100		TA 102	
	-	+	-	+	-	+	-	+
RS	22*	33	119	162	174	182		
Ext Org								
0	23	35	148	139	215	196		
10	28	30	161	198	170	204		
50	25	40	116	196	218	198		
100	21	34	143	178	173	182		
200	24	28	177	145	181	180		
RS	22	20	149	113			247	372
Lyoph								
0	24	35	123	150			300	374
50	22	36	124	149			355	387
100	26	/	106	145			334	403
250	25	33	152	130			356	421

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'effluent BI.

Souches -/+ S9mix	Témoins				Effluent (µl)				
	RS	Tiers solvant	Témoins positifs		0	100	250	500	
TA 98 S9- S9+	25*	DMSO 29	2NF 197	B(a)P 204	25	63	83	173	
	28	27			29	41	69	137	
TA 97a S9- S9+	117	DMSO 140	9AA 397	B(a)P 384	120	269	375	255	
	134	111			121	213	371	442	
TA 100 S9- S9+	85	H ₂ O 109	DMSO 97	NaN ₃ 917	B(a)P 302	84	188	363	423
	98				99	114	237	388	

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon BI

Concent. µl/boîte	SOUCHES (-/+ S9mix)							
	TA 98		TA 97a		TA 100		TA 102	
	-	+	-	+	-	+	-	+
RS	18*	29	133	123	118	157	233	268
Ext Org 0	22	25	108	120	108	138	220	296
50	20	28	113	122	119	110	214	284
100	15	28	91	120	115	104	215	306
200	17	27	104	108	87	114	210	282
RS	18	34	121	162	135	130	242	302
Lyoph 0	21	39	73	112	132	166	237	302
2,5	37	37	109	103	149	135	320	402
5,0	53	34	165	103	202	198	361	361
10	77	69	120	134	226	278	649	666
≥ 50	Concentrations toxiques							

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'effluent B_{II} sortie

Souches -/+ S9mix	Témoins				Effluent (µl)			
	RS	Tiers solvant	Témoins positifs		0	100	250	500
TA 98 S9- S9+	17*	DMSO 20	2NF 75	B(a)P	22	20	16	25
	26	25		152	29	24	21	28
TA 97a S9- S9+	110	DMSO 104	9AA 236	B(a)P	116	146	170	154
	175	154		331	161	185	143	191
TA 102 S9- S9+	259	DMSO 209	Hycu 437	Dan	233	220	204	211
	325	243		693	294	241	265	253

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon B_{II} sortie

Concent. µl/boîte	SOUCHES (-/+ S9mix)							
	TA 98		TA 97a		TA 100		TA 102	
	-	+	-	+	-	+	-	+
RS	31*	32	102	144	130	146	237	329
Ext Org 0	19	21	101	143	74	128	267	365
50	14	29	94	144	88	124	295	369
100	25	30	96	123	85	114	255	340
200	19	40	114	135	99	146	232	332
RS	30	34	136	184	204	180	268	308
Lyoph 0	27	47	156	213	204	206	226	347
50	33	34	143	180	231	235	243	312
100	32	32	143	188	207	224	228	339
250	29	32	154	184	211	220	243	365

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'effluent BII entrée

Souches -/+ S9mix	Témoins			Effluent (µl)			
	RS	Tiers solvant	Témoins positifs	0	100	250	500
TA 98 S9- S9+	17*	DMSO 20	2NF B(a)P 75	22	16	23	23
	26	25	152	29	28	25	23
TA 97a S9- S9+	110	DMSO 104	9AA B(a)P 236	116	108	149	145
	175	154	331	161	168	159	141
TA 102 S9- S9+	259	DMSO 209	Hycu Dan 437	233	247	241	238
	325	243	693	294	256	246	253

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon BII entrée

Concent. µl/boîte	SOUCHES (-/+ S9mix)							
	TA 98		TA 97a		TA 100		TA 102	
	-	+	-	+	-	+	-	+
RS	31*	32	102	144	130	146	237	329
Ext Org 0	28	27	113	113	89	91	226	359
50	22	28	136	132	100	109	248	335
100	27	25	132	115	91	114	209	340
200	18	26	113	122	118	105	199	312
RS	31	32	102	144	130	146	237	229
Lycph 0	22	28	149	164	155	138	276	323
50	29	26	114	119	102	122	253	369
100	19	26	113	150	135	131	269	394
250	21	29	143	163	141	159	283	331

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'échantillon C

Souches -/+ S9mix	Témoins				Effluent (µl)			
	RS	Tiers solvant	Témoins positifs		0	100	250	500
TA 98 S9- S9+	15*	DMSO 18	2NF 46	B(a)P	17	16	16	20
	23	25		85	22	21	26	23
TA 97a S9- S9+	152	DMSO 119	9AA 279	B(a)P	159	138	120	125
	208	165		359	119	136	158	170
TA 100 S9- S9+	86	H ₂ O 82	DMSO NaN ₃ 408	B(a)P	84	75	78	81
	95		85	236	84	78	73	75

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon C.

Concent. µl/boîte	SOUCHES (-/+ S9mix)							
	TA 98		TA 97a		TA 100		TA 102	
	-	+	-	+	-	+	-	+
RS	19*	33	125	142	171	188	237	320
Ext Org								
0	19	29	118	109	177	172	212	295
10	18	26	128	150	180	180	230	231
50	22	32	121	116	176	210	300	326
100	26	37	109	108	133	137	232	308
200	24	20	111	154	161	184	201	342
RS	19	33	125	146	171	188	233	320
Lyoph								
0	24	45	110	110	157	162	212	295
10	29	33	107	127	152	145	230	231
50	28	34	138	146	165	167	300	328
100	20	42	109	108	164	162	232	308
200	33	36	36	98	158	192	201	342

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'effluent B_{III} brut.

Souches -/+ S9mix	Témoins				Effluent (µl)			
	RS	Tiers solvant	Témoins positifs		0	100	250	500
TA 98 S9- S9+	26*	DMSO 25	2NF 103	B(a)P	26	89	101	17
	27	25		137	35	50	58	107
TA 97a S9- S9+	166	DMSO 129	9AA 514	B(a)P	139	384	445	443
	124	155		342	173	225	312	461
TA 100 S9- S9+	200	H ₂ O /	DMSO NaN ₃ 602	B(a)P	204	299	469	312
	180		225	469	206	257	474	693
TA 102 S9- S9+	257	DMSO 263	HyCu 573	Dan	295	852	937	987
	340	312		728	320	620	868	1450

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon B_{III}.

Concent. µl/boîte	SOUCHES (-/+ S9mix)							
	TA 98		TA 97a		TA 100		TA 102	
	-	+	-	+	-	+	-	+
RS	18*	29	133	123	118	157	233	268
Ext Org 0	22	21	115	110	114	113	228	244
50	16	22	107	91	88	103	186	216
100	15	28	112	123	73	100	177	354
200	22	34	105	129	119	129	201	322
RS	18	34	121	162	135	130	242	302
Lyoph 0	21	29	73	112	132	166	237	302
2,5	75	71	104	144	254	289	650	715
5,0	8	79	15	206	98	313	500	802
10	9	10	3	188	65**	72**	445	594
20	16	12	2	1	**	**	186	528**
>20	**Concentrations toxiques							

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'effluent D

Souches	Concentrations en effluent (µl)									
	S9 -					S9 +				
	RS	0	100	250	500	RS	0	100	250	500
TA 98	17*	14	17	22	25	31	31	28	39	43
TA 97a	130	119	186	201	203	169	165	199	224	242
TA 100	78	78	100	115	87	88	85	114	105	95

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon D

Concent. µl/boîte	SOUCHES (-/+ S9mix)							
	TA 98		TA 97a		TA 100		TA 102	
	-	+	-	+	-	+	-	+
RS	24*	32	123	159	137	163	266	349
Ext Org								
0	24	31	135	137	175	153	289	316
10	39	46	115	171	229	175	nt	nt
30	31	25	123	150	159	148	300	374
50	43	50	95	131	271	209	nt	nt
100	61	40	120	136	415	248	nt	nt
200	82	41	334	308	499	358	204	316
Lyoph								
RS	22	20	149	113			247	372
0	23	34	158	150			333	433
50	29	31	126	139			354	371
100	23	27	155	145			328	416
250	30	41	112	125			398	440

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'effluent [1]

Souches	Concentrations en effluent (µl)									
	S9 -					S9 +				
	RS	0	100	250	500	RS	0	100	250	500
TA 98	19	20	20	19	20	25	33	26	29	26
TA 97a	140	145	163	145	160	215	181	191	212	179
TA 100	78	78	100	115	87	88	85	114	105	95

Résultats du test d'Ames obtenus pour l'extrait organique et le lyophilisat de l'échantillon [1]

Concent. µl/boîte	SOUCHES (-/+ S9mix)							
	TA 98		TA 97a		TA 100		TA 102	
	-	+	-	+	-	+	-	+
RS	19*	33	125	146	171	188	233	320
Ext Org								
0	19	29	118	109	177	172	235	295
10	15	34	148	146	178	203	186	286
50	18	30	123	156	138	187	216	327
100	18	26	129	152	181	233	238	304
200	25	30	106	115	104	165	213	285
RS	19	33	125	156	171	188	233	320
Lyoph								
0	24	45	110	110	157	162	212	295
10	20	29	147	143	102	114	227	403
50	23	32	111	114	108	126	175	327
100	22	25	106	134	125	113	194	304
250	21	36	100	149	130	131	195	285

ANNEXE II

RESULTATS BRUTS DES ESSAIS TRITON REALISES DANS LE CADRE DE L'ETUDE SUR LES EFFLUENTS

Les concentrations en effluent sont exprimées en % du volume total de milieu. MN, micronoyaux pour mille érythrocytes. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l. $IC = 1,51 \cdot EIQt / \sqrt{Nt}$: EIQt, espace interquartile du témoin ou du témoin solvant pour le B(a)P. Nt, nombre de lames témoins examinées. Qi, quartile inférieur. Qs quartile supérieur. Méd, médiane.

Résultats du test triton obtenus pour l'effluent A

Conc.	Cellules à MN ‰															N				
Témoin	0	1	1	2	2	3	3	3	3	3	4	5	5	5	6	6	7	17		
6.25 %	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	19	
12.5 %	1	2	2	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	7	10	16				
25 %	0	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	7	8	8	9	19
DMSO	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	19
B(a)P	2	3	3	4	6	6	6	8	8	10	11	12	13	13	15	23	16			

Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	3	5	0-7	IC = 1.1	17
6.25 %	3	3	5	2-6	-	19
12.5 %	2	3.5	6	1-10	-	16
25 %	2	3	4.5	0-9	-	19
DMSO	2	3	5	1-6	IC = 1.0	19
B(a)P	5	8	12.5	2-23	+	16

Résultats du test triton, avec renouvellement journalier du milieu, obtenus pour l'effluent B1.

Conc. (% v/v)	Cellules à MN ‰														N			
Témoin	1	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7	17
5 %	5	7	8	9	10	11	11	11	11	12	13	13	14	15	16	16	18	
10 %	1	2	7	7	9	9	9	10	11	11	11	11	11	12	13	16	16	19
20 %	3	7	8	10	11	11	11	12	14	17	18	18	18	19	20	16		
95 %	7	7	7	8	12	12	13	13	14	15	16	16	17	21	21	16		
DMSO	1	2	2	4	4	5	5	5	6	6	7	7	9	9	9	10	17	
B(a)P	6	7	9	9	9	11	11	11	12	13	14	14	17	18	18	19		
	19	21	26	27														
Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes		Résultat	N											
Témoin	3	5	6	1-7		IC = 1,1	17											
2 %	10	13	17	5-28		+	18											
5 %	9	11	14,5	1-26		+	19											
10 %	10,5	13	18	3-21		+	16											
20 %	10	13,5	16,5	7-43		+	16											
DMSO	4	6	9	1-10		IC = 1,8	17											
B(a)P	10	13	18	6-27		+++	19											

Résultats du test triton, avec renouvellement un jour sur deux du milieu, obtenus pour l'effluent BI.

Conc. (% v/v)	Cellules à MN ‰															N					
Témoin	1	1	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	24
10 %	8	8	9	11	3	3	5	5	6	6	7	7	10	11	12	13	13	14	14	14	22
20 %	17	17	18	18	20	3	7	9	10	11	13	14	14	15	15	16	19	21	23	25	19
	28	29	30	31																	
Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes		Résultat	N														
Témoin	3	4,5	6	1-11		IC = 0.9	24														
10 %	6	12,5	14	3-20		+	22														
20 %	12	15	24	3-31		+	19														

Il n'y a pas de témoins positif spécifique à cet essai.

Résultats du test triton, avec renouvellement journalier du milieu, obtenus pour l'effluent B11 entrée et sortie

Conc.	Cellules à MN ‰										N	
Témoin	2	3	4	6	6	7	9	10	11	12	10	
Entrée 5 %	1	2	3	5	6	6	7	8	9	12	13	11
10 %	2	6	8	8	9	11	14	16	19	9		
20 %	3	5	12	14	17	22	39	7				
Sortie 95%	0	7	7	7	8	9	11	19	29	9		
DMSO	1	2	2	3	4	4	6	7	8	9		
B(a)P	2	6	6	12	13	15	19	20	24	9		

Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	4	6,5	6,5	2-12	IC = 2,9	10
Entrée 5 %	4	6	12,5	1-13	-	11
10 %	8	9	10	2-19	-	9
20 %	8,5	14	15	3-39	+	7
Sortie 95%	7	8	10,5	0-29	-	9
DMSO	2	4	6	1-8	IC = 2,0	9
B(a)P	6	13	19	2-24	++	9

Résultats du test triton, avec renouvellement un jour sur deux du milieu, obtenus pour l'effluent BII entrée et sortie

Conc.	Cellules à MN ‰						N					
Témoin	3	5	7	8	9	9	10	7				
Entrée 5 %	1	5	6	6	7	7	8	10	11	13	14	11
10 %	4	7	8	10	11	13	13	22	8			
20 %	3	7	89	13	13	16	18	24	29	9		
Sortie 95%	1	3	3	5	5	5	7	7	7	11	10	
DMSO	2	4	4	5	6	7	8	12	8			
B(a)P	4	5	5	6	6	7	9	15	16	17	10	

Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	6	8	9	3-10	IC = 1.7	7
Entrée 5 %	6	7	10.5	1-14	-	11
10 %	7.5	10.5	13	4-22	-	8
20 %	9	13	18	3-29	+	9
Sortie 95%	3	5	7	1-11	-	10
DMSO	4	5.5	7.5	2-12	IC = 1.9	8
B(a)P	5	6.5	15	4-17	-	10

Résultats du test triton obtenus pour l'effluent BIII

Conc.	Cellules à MN ‰						N										
Témoin	3	4	4	5	5	6	7	7	8								
2 %	2	7	7	7	8	9	10	12	13	18	18	11					
5 %	2	6	7	7	8	8	9	10	11	17	10						
10 %	3	3	4	4	5	7	7	7	8	9	9	9	9	11	11	12	20
20 %	16	16	17	31	2	5	7	10	10	11	12	7					
DMSO	2	3	3	3	4	4	5	6	9	9	10	11	12				
B(a)P	17	31	31	38	40	42	47	47	50	67	10						

Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	4	5	6.5	3-7	IC = 1.3	8
2 %	7	9	12.5	2-18	+	11
5 %	7	8	10	2-17	+	9
10 %	6	9	15	3-31	+	20
20 %	6	10	10.5	2-12	+	7
DMSO	3	4.5	9	2-11	IC = 2.6	12
B(a)P	31	41	47	17-67	+++	10

Résultats du test triton, avec renouvellement journalier du milieu, obtenus pour l'effluent C .

Conc. (% v/v)	Cellules à MN ‰										N								
Témoin	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	5	5	18
1 %	0	0	0	2	2	3	3	3	4	5	6	8	12						
1.25 %	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5	6	10	18
1.66 %	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5	5	6	7	9	10	13	17		
2.5 %	1	1	1	2	3	3	4	4	5	5	5	5	6	7	8	9	10	13	17
DMSO	1	2	2	4	4	5	5	5	6	6	7	7	9	9	9	9	10	17	
B(a)P	6	7	9	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	17	18	18	19		
	19	21	26	27															
Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N													
Témoin	1	2	3	0-5	IC = 0,7	17													
1 %	1	3	4,5	0-8	-	18													
1.25 %	2	2	3	0-10	-	19													
1.66 %	3	3	5	2-12	-	16													
2.5 %	3	5	6	1-13	+	16													
DMSO	1	3	3	1-7	IC = 1,1	17													
B(a)P	3	5,5	8,5	2-17	+	19													

Résultats du test triton, avec renouvellement journalier du milieu, obtenus pour l'effluent D .

Conc. (% v/v)	Cellules à MN ‰													N				
Témoin	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	4	5	5	7	10	16	
2 %	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	8	17
4 %	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	9	16	
10 %	0	1	1	1	1	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	7	17
DMSO	1	1	1	2	2	3	3	3	3	4	5	5	7	13				
B(a)P	15	20	21	24	29	29	30	31	35	37	39	39	12					

Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	1,5	2	4,5	1-10	IC = 1,1	16
2 %	1	2	3	0-8	-	17
4 %	2	3	4	1-9	-	16
10 %	1	3	4	0-7	-	17
DMSO	2	3	4	1-7	IC = 0,85	13
B(a)P	22	29,5	36	15-39	+++	12

Résultats du test triton, avec renouvellement journalier du milieu, obtenus pour l'effluent EI.

Conc. (% v/v)	Cellules à MN ‰						N				
Témoin	0	0	2	2	2	3	3	3	5	7	10
25 %	1	1	4	4	4	7	7	11	8		
50 %	15	16	20	21	23	24	26	51	9		
95 %	7	8	9	11	12	15	21	29	8		
Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N					
Témoin	2	2,5	3	0-70	IC = 1,1	10					
25 %	2,5	4	7	1-11	+	8					
50 %	20	22	24	15-51	+	9					
95 %	8,5	11,5	18	7-29	+	8					

Résultats du test triton, avec renouvellement journalier du milieu, obtenus pour l'effluent EII.

Conc.	Cellules à MN ‰														N						
Témoin	0	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	5	5	5	6	6	6	8	9	9	27
12.5 %	4	5	5	6	6	7	8	8	10	10	11	11	12	12	13	15					
25 %	1	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	9	12	14						
50 %	6	6	7	10	10	11	11	12	15	19	19	20	24	13							
95 %	15	16	20	20	21	22	24	25	26	28	29	29	29	34	14						
DMSO	1	2	3	3	4	5	7	10	28												
B(a)P	4	5	5	6	6	6	8	8	9	14											

Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	3	5	9	0-16	IC = 1,75	9
12.5 %	6	8	11	15-34	-	
25 %	3	4	6	6-24	-	9
50 %	10	11	19	1-12	+	10
95 %	20	24,5	28	4-13	+++	8
DMSO	3,5	6	8	1-14	IC = 1,3	8
B(a)P	20	25	30	11-38	+++	9

Résultats du test triton, avec renouvellement un jour sur deux du milieu, obtenus pour l'effluent EI.

Conc.	Cellules à MN ‰						N				
Témoin	2	2	3	4	4	5	6	6	8	9	
25 %	5	6	6	7	7	8	10	10	24	9	
50 %	7	10	12	14	17	21	25	38	41	42	10
95 %	14	15	19	27	29	32	34	74	8		
DMSO	1	2	3	3	4	5	7	10	8		
B(a)P	4	5	5	6	6	6	8	8	9	9	

Conc. (% v/v)	Qi	Méd.	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	3	4	6	2-8	IC = 1,5	9
25 %	6	7	10	5-24	-	9
50 %	12	19	38	7-42	+	10
95 %	17	28	33	14-74	+	8
DMSO	2,5	3,5	6	1-10	IC = 1,9	8
B(a)P	5	6	8	4-9	-	9

ANNEXE III

**RESULTATS BRUTS DES TESTS D'AMES REALISES
DANS LE CADRE DE L'ETUDE D'INTERACTION SUR
LES METAUX**

Résultats du plan d'expérience CrVI/FeIII/ZnII réalisés sur le test d'Ames

Modalités	TA 97a		TA 98		TA 102	
	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Témoin	132±5 ^a	162±15	27±1	34±8	229 ^c	307 ^c
Fe(III)	129±1	139±10	21±3	33±3	233	314
Cr1(VI)	184±28	132±18	36±10	36±1	305	266
Cr2(VI)	375±88	279±104	77±13	82±45	662	502
Zn(II)	127±1	150±15	27±4	33±2	234	340
FeZn	240±99	140±4	56±35	39±3	239	314
Cr1Zn	154±15	138±5	30±2	27±3	227	293
Cr2Zn	318±68	140±6	74±6	33±3	680	304
FeCr1	156±3	149±9	30±8	38±6	328	333
FeCr2	380±45	153±9	78±6	44±4	746	312
FeCr1Zn	173±8	174±20	24±3	44±10	376	301
FeCr2Zn	375±55	198±52	71±2	41±3	582	335
RS	171±4	179±2	32±2	24±2	277	317
Témoins ^b solvant	94±22	111±22	25±11	33±3	250	256
Témoins positifs	9AA 198±32	B(a)P 164±23	2NF 143±37	B(a)P 39±5	HYCU 326	Dan 1012

Notes: Concentrations testées (µg/boîte): Cr1 1.0 ; Cr2 5.0; Fe 50.0 ; Zn = 1.5 ; 9AA, 9-aminoacridine 37.5 ; B(a)P, benzo(a)pyrène 0.375 ; 2NF, 2-nitrofluorène 0.187 ; NaN₃, azide de sodium 0.375 ; HyCu, hydroperoxyde de cumène 56.25 ; Dan, danthron 37.5 . a : nombre de révertants, moyenne ± écart à la moyenne. b: témoins solvants : DMSO 75 µl/boîte. c: résultats du deuxième essais inexploitable, révertants spontanés beaucoup trop forts.

Résultats des plans d'expérience CrIII/FeIII/ZnII réalisés sur le test d'Ames

Modalités	TA 97a		TA 98		TA 100		TA 102	
	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9	-S9	+S9
Témoin	120±11 ^a	151±26.5	27±4.5	32±4	178±2.5	191±4	298±2	312±36
Fe(III)	98±11.5	127±7	25±2.5	35±8	151±35	158±27	267±47	307±55
Cr1(III)	124±7	114±12	23±2.5	35±2	174±2	184±5	261±14	361±45
Cr2(III)	88±25	99±23.5	23±4	34±1.5	129±34	150±15	289±41	258±40
Zn(II)	104±8	105±16.5	24±1	33±2	182±6	173±12	268±28	324±44
FeZn	114±7	112±2	31±11	33±1	168±1	180±3	314±14	373±29
Cr1Zn	109±14	105±5	27±4	36±4	173±2.5	189±21	298±39	327±50
Cr2Zn	101±17.5	108±6	22±7	28±1	122±33	139±28	181±30	277±48
FeCr1	99±16	130±2.5	24±3.5	37±5	157±15	173±1	330±10	310±52
FeCr2	92±34	112±12	27±6	39±2.5	125±36	133±30	244±36	268±55
FeCr1Zn	95±5	124±24	26±2	39±5.5	174±5	174±2.5	373±120	390±64
FeCr2Zn	99±14	118±4	24±5	35±1.5	105±40	138±38	237±107	251±59
RS	145±13.5	154±22	30±7	32±5	145±26	192±16	291±17	261±21
Témoins ^b solvant	126±8	95±28	27±3	28±2	176±10	184±7	312±12	334±61
Témoins positifs	9AA 597±32	B(a)P 203±119	2NF 77±3	B(a)P 86±30	NaN3 591±12	B(a)P 488±2	HYCU 1432±208	Dan 805±116

Notes: Concentrations testées (µg/boîte): Fe = 50 ; Cr1 = 5 ; Cr2 = 50 ; Zn = 1.5 ; 9AA, 9-amino acridine = 50 ; B(a)P, benzo(a)pyrène = 0.5 ; 2NF, 2-nitrofluorène = 0.25 ; NaN3, azide de sodium, = 0.5 ; HYCU, hydroperoxyde de cumène = 75 ; Dan, danthron = 50. a: nombre de révertant, moyenne ± écart à la moyenne. b: témoins solvants: DMSO 100 µl/boîte pour 9AA, 2NF, B(a)P, HYCU et Dan ; eau stérile 100µl/boîte pour NaN3.

ANNEXE IV

**RESULTATS BRUTS DES ESSAIS TRITON REALISES
DANS LE CADRE DE L'ETUDE SUR LES METAUX**

Les concentrations des métaux testés sont exprimées en mg/l.

Résultats de l'essai triton réalisé sur le mélange d'hydrocarbures aromatiques. essais1.

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰													N								
Essai 1a																						
Témoin	2	3	4	5	5	5	6	6	8	9	9	9	9	14	14							
BXT 5%	1	3	4	4	4	5	5	5	7						9							
BXT	6	7	7	7	8	8	9	10	10	12	13	13	16	27	14							
DMSO	1	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5	9			12							
B(a)P	2	2	4	5	5	6	8	10	10	10	10	11			12							
Essai 1b																						
Témoin	0	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	5	5	6	6	6	8	9	9	10	27	
	11	12	12	15	16																	
BXT	4	4	5	6	6	7	7	8	11	11	11					11						
2BXT	3	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9	9	15			15				
3BXT	3	3	5	5	6	6	7	7	9	10	11	12	12			13						
DMSO	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	28
	8	9	11	12	13	14	14															
B(a)P	11	15	16	20	21	22	24	26	26	27	30	31	32	38			14					
Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N																
Essai 1a																						
Témoin	5	6	9	2-14	ICt = 1.6	14																
BXT 5%	4	5	4	1-6	-	9																
BXT	7	9.5	13	6-27	+	14																
B(a)P	10	13.5	15	6-25	+	10																
Essai 1b																						
Témoin	3	5	9	0-16	IC = 1.7	27																
BXT	5.5	7	9.5	4-11	-	11																
2BXT	6	7	8	3-15	-	15																
3BXT	5	7	10	3-12	-	13																
DMSO	3.5	6	8	1-14	IC = 1.3	28																
B(a)P	20	25	30	2-11	+++	14																

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l. IC: intervalle de confiance à 95%.

Résultats de l'essai triton réalisé sur le chrome III, essai 2

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰						N						
Témoin	2	4	4	4	5	6	7	8	9				
0.1	1	2	2	2	3	3	5	6	7	7	8	12	12
1.0	1	2	3	3	4	4	4	5	6	6	6	8	12
5.0	1	1	2	3	5	6	8	8	9	12	10		
10.0	1	1	1	3	4	4	11	7					
DMSO	2	3	3	3	4	4	5	6	9	9	10	11	12
B(a)P	17	31	31	38	40	42	47	47	50	67	10		

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	4	4	6	1-9	ICt = 1.0	9
0.1	2	4	7	2-18	-	12
1.0	3	4	6	0-7	-	12
5.0	2	5.5	8	1-8	-	10
10.0	1	3	4	2-9	-	7
DMSO	3	4.5	9		ICt = 2.6	12
B(a)P	31	41	47	17-67	++	10

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.

Résultats de l'essai triton réalisé sur le chrome VI, essai 3a

Conc. mg/l	Cellules à MN %.										N		
Témoin	1	3	3	3	3	4	4	6	6	9	10		
0.1	2	4	4	4	6	7	8	10	10	18	10		
0.5	0	2	3	3	4	4	4	5	6	7	10		
1.0	1	2	2	4	5	5	5	6	7	8	8	8	12
5.0	2	2	3	3	3	4	5	5	6	8	9	11	
B(a)P	6	9	10	13	17	19	20	21	24	26	29	31	12

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	3	3.5	5	1-9	ICt = 0.8	10
0.1	4	6.5	10	2-18	+	10
0.5	3	4	5	0-7	-	10
1.0	3	5	7.5	1-8	-	12
5.0	3	4	5.5	2-9	-	11
B(a)P	11.5	19.5	25	6-31	++	12

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l

Résultats de l'essai triton réalisé sur le chrome VI, essai 3b

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰											N				
Témoïn	0	1	1	1	2	3	3	4	4	5	8	8	9	13		
0.01	0	1	2	2	3	3	3	5	5	5	7	7	7	14		
0.1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	5	9	10	14	
1.0	1	2	2	2	2	3	3	6	7	8	8	8	12	13	12	
10.0	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	7	7	9	9	11	15
B(a)P	3	3	3	4	5	5	8	10	14	17	17	18	32	13		
Témoïn	2	4	4	4	4	5	6	7	8	9						
0.1	1	1	3	3	3	4	5	5	6	6	6	7	8	11	14	
DMSO	2	3	3	3	4	4	5	6	9	9	10	11	12			
B(a)P	17	31	31	38	40	42	47	47	50	67	10					

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoïn	1	3	5	0-9	ICt = 1,7	13
0.01	2	3	10	2-7	-	13
0.1	1	4.5	5	1-10	-	14
1.0	2	4	7.5	1-13	-	14
10.0	3	4	5.5	2-11	-	15
B(a)P	4	8	17	3-32	+	13
Témoïn	4	4	6	2-8	ICt = 1.0	9
0.1	3	5	6	1-11	-	14
DMSO	3	4.5	9	2-11	ICt = 2,6	12
B(a)P	31	41	47	17-67	+++	10

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l

Résultats de l'essai d'interaction sur triton, CrVI/FeIII/ZnII, essai 6b

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰														N	
Témoin	0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	14	
Fe 0,6	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	6	6	7	8	14	
Cr 1,0	0	1	1	1	2	3	3	3	3	4	4	5	6	7	10	15
Zn 0,3	0	0	0	1	1	1	1	2	3	3	3	5	5	7	14	
FeZn	1	1	1	2	2	3	3	3	3	4	4	9	10	13		
CrZn	0	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	9	14	
FeCr	0	1	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	9	12	15	15
FeCrZn	2	3	4	4	6	7	8	9	9	12	14	11				
DMSO	1	1	1	2	3	3	4	4	4	5	5	6	8	13		
B(a)P	0	1	2	5	5	5	6	7	8	9	10	11	12	14	14	

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	1	3	4	0-6	ICt = 1,2	14
Fe	3	3,5	6	1-8	-	14
Cr	1,5	3	4,5	0-10	-	15
Zn	1	1,5	3	0-7	-	14
FeZn	2	3	4	1-10	-	13
CrZn	3	3,5	4	0-9	-	14
FeCr	5	6	7,5	0-15	+	15
FeCrZn	4	7	9	2-14	+	11
DMSO	2	4	5	1-8	ICt = 1,2	13
B(a)P	5	6,5	10	0-14	+	14

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.

Résultats de l'essai d'interaction sur triton CrVI/FeIII/ZnII, essai 6a

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰						N				
Témoin	0	1	2	4	4	5	5	7	9	10	
Fe 0,6	1	3	4	4	5	5	5	7	12	9	
Cr 1,0	3	6	7	7	9	9	12	12	8		
Zn 0,3	2	3	3	5	7	9	9	7			
FeZn	4	5	7	7	9	9	14	21	8		
CrZn	3	5	5	7	8	8	9	18	8		
FeCr	5	12	12	14	18	18	19	21	8		
FeCrZn	6	8	9	11	17	17	18	25	8		
DMSO	3	3	3	3	4	4	4	5	5	8	10
B(a)P	5	10	11	13	14	15	27	7			

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	4	5	0-9	ICt = 1,4	10
Fe	4	5	5	1-12	-	9
Cr	6,5	8	10,5	3-12	+	8
Zn	3	5	8	2-9	-	7
FeZn	6	8	11,5	4-21	+	8
CrZn	5	7,5	8,5	5-18	+	8
FeCr	12	16	18,5	5-21	++	8
FeCrZn	8,5	14	17,5	6-25	++	8
DMSO	3	4	5	3-8	ICt = 0,95	10
B(a)P	10,5	13	14,5	5-27	++	7

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.

Résultats de l'essai triton réalisé sur le fer III, essais 5a et 5b

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰											N				
Témoin	0	1	1	1	2	3	3	4	4	5	8	8	9	13		
0.5	2	3	3	4	4	5	5	5	6	7	7			11		
1.5	0	1	2	2	3	4	4	4	4	4	5	10	11	13		
4.5	2	3	3	3	4	5	6	7	8	8	9	9		12		
4.5(-)	2	3	4	4	5	6	6	6	8	8	9	10		12		
13.5	1	2	2	2	3	4	4	4	5	6				10		
B(a)P	3	3	3	4	5	5	8	10	14	17	17	18	32	13		
Témoin	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	10	14	
13.5(-)	2	3	3	3	4	5	6	6	7	7	7	8	11	12	15	14
DMSO	1	1	2	2	3	4	4	4	5	5	5	7	7	9	12	
B(a)P	2	4	5	5	6	6	6	6	7	7	8	10	11	13	14	

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	1	3	5	0-9	ICt = 1,7	13
0.5	3,5	5	5,5	2-7	-	11
1.5	2	4	4	1-11	-	13
4.5	3	5,5	8	2-9	-	12
4.5(-)	4	6	8	2-10	-	12
13.5	2	3,5	4	1-6	-	10
B(a)P	4	8	17	3-32	+	13
Témoin	3	4	5	2-10	ICt = 0,8	14
13.5(-)	3,5	6	7	1-15	+	15
DMSO	2	4	5	1-9	ICt = 1,2	14
B(a)P	5	6	8	2-13	-	14

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l

Résultats de l'essai triton réalisé sur le zinc, essai 4.

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰						N								
Témoin	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	8	13		
0.01	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	6	6	6	14
0.1	2	2	2	3	3	3	4	5	5	6	6	7	8	9	14
1.0	1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	5	5	9	14
10.0	2	2	2	2	2	3	6	7							
DMSO	1	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5	9	12		
B(a)P	2	2	4	5	5	6	8	10	10	10	10	11	12		

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	3	4	1-8	ICt = 0,8	13
0.01	2	3	4	1-6	-	14
0.1	2	4,5	6	2-9	-	14
1.0	2	3	4	1-9	-	14
10.0	2	2	2,5	2-9	-	7*
DMSO	3	3	4	1-9	ICt = 0,4	12
B(a)P	4,5	7	10	2-11	+	12

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l. * mortalité importante.

Résultats de l'essai d'interaction sur triton, CrIII/FeIII/ZnII.
essai 7a

Conc.	Cellules à MN ‰	N
Témoin	1 2 2 5 7 7 7 7 10 11	10
Fe	1 2 4 4 5 5 6 7 8 9 16 31	12
Cr	3 4 5 5 6 7 8 11 12 15	10
Zn	1 3 3 3 3 4 5 5 5 8 11 14	12
FeZn	3 9 9 9 10 12 13 16 17 22	10
CrZn	0 1 2 3 3 3 4 5 10 17 27	11
FeCr	1 3 3 4 5 6 7 8 10 13 13 14	12
FeCrZn	4 4 8 12 16 18 25 25 30	10
DMSO	1 3 4 5 8 9 12 16	8
B(a)P	9 17 20 25 28 41 41 73 78 87	10

Conc.	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	7	7	2-10	ICt = 2,4	10
Fe	4	5,5	8,5	0-6	-	12
Cr	5	6,5	11	0-6	-	10
Zn	3	4,5	6,5	0-10	-	12
FeZn	9	11	16	6-32	-	10
CrZn	2,5	3	7,5	0-7	-	11
FeCr	3,5	6,5	11,5	2-20	-	12
FeCrZn	7	14	25	2-16	+	10
DMSO	3,5	6,5	10,5	1-9	ICt = 3,7	8
B(a)P	20	34,5	73	2-13	+++	10

Notes : MN , micronoyau. N , nombre de frottis observés.
DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l. Concentration en métaux (mg/l):
Fe 50 puis 25 ; Cr 5,0 ; Zn 1,5 ; FeCr 50/5,0 puis 25/2,5 ;
CrZn 5/1,5 ; Fe/Cr 50/5,0 puis 25/2,5 ; FeCrZn 50/5,0/1,5 puis
25/2,5/0,75.

Résultats de l'essai d'interaction sur triton, CrIII/FeIII/ZnII, essai 7b

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰						N
Témoin	2	7	7	8	8	8	10
Fe1 12.5	8	11	12	14	22	29	7
Fe2 25.0	5	5	8	9	14	15	7
Cr 2.5	6	7	7	11	13	13	10
Zn 0.75	4	5	5	6	6	7	11
Fe1Zn	1	6	8	9	18	19	7
Fe2Zn	1	5	6	12	14	18	7
CrZn	3	3	7	7	8	8	9
Fe1Cr	4	13	13	13	14	15	7
Fe2Cr	6	8	9	9	16	17	9
Fe1CrZn	5	11	14	15	15	16	8
Fe2CrZn	4	5	6	12	12	14	8
DMSO	3	5	6	7	7	7	9
B(a)P	22	27	33	48	48	50	10

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	7	8	11	2-14	ICt = 1.9	10
Fe1 12.5	11.5	14	25.5	8-40	+	7
Fe2 25.0	6.5	9	14.5	5-32	-	7
Cr 2.5	7	13	14	6-19	+	10
Zn 0.75	5.5	7	14	4-18	-	11
Fe1Zn	7	9	18.5	1-19	-	7
Fe2Zn	5.5	12	16	1-22	+	7
CrZn	7	8	11	3-16	-	9
Fe1Cr	13	13	14.5	4-25	+	7
Fe2Cr	9	16	21	6-26	+	9
Fe1CrZn	12.5	15	18	5-25	+	8
Fe2CrZn	5.5	12	14.5	4-23	+	8
DMSO	6	7	7	3-9	ICt = 0.5	9
B(a)P	33	49	61	22-153	++++	10

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l

Résultats de l'essai d'interaction sur triton CrIII/FeIII/ZnII, essai 7c.

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰											N			
Témoin	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	10	14
Fe 12.5	2	5	5	5	7	7	7	8	10	10	10	12	15	17	13
Cr 2.5	0	0	1	1	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	14
Zn 0.75	0	0	2	3	4	4	4	5	5	5	6	8	8	10	14
FeZn	6	6	7	8	10	11	12	13	19	21	32	11			
CrZn	0	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5	7	14
FeCr	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	11	20	12		
FeCrZn	2	3	5	5	5	9	9	10	14	16	10				
DMSO	1	1	2	2	3	4	4	4	5	5	5	7	7	9	14
B(a)P	2	4	5	5	6	6	6	6	7	7	8	10	11	13	14

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	3	4	5	2-10	ICt = 0.8	13
Fe 12.5	5	7	10	0-6	+	11
Cr 2.5	1	2	4	0-6	-	13
Zn 0.75	3	4.5	6	0-10	-	12
FeZn	8.5	11	16	6-32	+	12
CrZn	2	3	4	0-7	-	12
FeCr	4.5	7.5	9.5	2-20	+	10
FeCrZn	5	7	10	2-16	+	13
DMSO	2	4	5	1-9	ICt = 1.2	14
B(a)P	5	6	8	2-13	-	14

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.

ANNEXE V

**RESULTATS BRUTS DES TROIS NUMERATIONS
REALISEES POUR TOUS LES LOTS DE L'ESSAIS 7b**

Cr(III)/Fe(III)/Zn(II)

Frottis	Lectures			Moyenne ± ET	CV %
	1	2	3		
Zn					
1	4	13	4	7.0 ± 5.2	74.3
2	5	4	8	5.7 ± 2.1	36.8
3	5	7	5	5.5 ± 1.1	19.3
4	6	5	5	5.3 ± 0.6	11.3
5	6	3	4	4.3 ± 1.5	19.3
6	7	8	5	6.7 ± 1.5	22.4
7	9	3	3	5.0 ± 3.5	70.0
8	13	10	9	10.7 ± 2.1	19.6
9	15	16	13	14.7 ± 1.5	10.2
10	17	11	14	14.0 ± 3.0	21.4
11	18	6	9	11.0 ± 6.2	56.4
Fel/Zn					
1	6	5	6	5.7 ± 0.6	10.5
2	8	7	8	7.7 ± 0.6	7.8
3	9	11	16	12.0 ± 3.6	30.0
4	9	12	7	9.3 ± 2.5	26.9
5	16	22	20	19.3 ± 3.0	15.5
6	17	19	10	15.3 ± 4.7	30.7
7	21	12	14	15.7 ± 4.7	29.9
8	22	8	16	15.3 ± 7.0	45.7
9	26	26	23	25.0 ± 1.7	6.8
Fe2/Zn					
1	1	5	5	3.7 ± 2.3	62.2
2	5	4	9	6.0 ± 2.6	43.3
3	6	9	4	6.3 ± 2.5	39.7
4	12	12	12	12.0 ± 0.0	0.0
5	14	12	13	13.0 ± 1.0	7.5
6	18	7	5	10.0 ± 7.0	70.0
7	22	14	19	18.3 ± 4.0	21.8
Cr/Zn					
1	3	5	3	3.7 ± 1.2	32.4
2	3	5	4	4.0 ± 1.0	25.0
3	7	9	6	7.3 ± 1.5	20.5
4	7	10	5	7.3 ± 2.5	34.2
5	8	3	2	4.3 ± 3.2	74.4
6	8	9	5	7.3 ± 2.0	27.4
7	11	4	9	8.0 ± 3.6	45.0
8	13	4	13	10.0 ± 5.2	52.0
9	16	14	19	16.3 ± 2.5	15.3
Fel/Cr					
1	4	5	6	5.0 ± 1.0	20.0
2	13	14	13	13.3 ± 0.6	4.5
3	13	14	13	13.3 ± 0.6	4.5
4	13	19	14	15.3 ± 3.2	20.9
5	14	11	10	12.5 ± 1.6	4.9
6	15	23	11	16.3 ± 6.1	37.4
7	25	28	29	27.3 ± 2.1	7.7

Résultats par frotti des trois numérations réalisées pour l'essai d'interaction sur triton CrIII/FeIII/ZnII, essai 7b

Frottis	Lectures			Moyenne ± ET	CV %
	1	2	3		
Témoin					
1	2	2	5	3.0 ± 1.7	56.7
2	NL	3	5	4.0 ± 1.0*	25.0
3	7	4	9	6.7 ± 2.5	37.3
4	7	5	11	7.7 ± 3.0	38.9
5	8	6	7	7.0 ± 1.0	14.3
6	8	11	6	8.3 ± 2.5	30.1
7	8	7	6	7.0 ± 1.0	14.3
8	10	10	7	9.0 ± 1.7	18.9
9	11	17	9	12.3 ± 4.2	34.1
10	13	7	6	8.7 ± 3.8	43.7
11	14	10	7	10.3 ± 3.5	34.0
Fe1					
1	NL	5	4	4.5 ± 0.5*	11.1
2	8	10	2	6.7 ± 4.2	62.7
3	11	15	11	12.3 ± 2.3	18.7
4	12	11	11	11.3 ± 0.6	5.3
5	14	16	11	13.7 ± 2.5	18.2
6	22	19	23	21.3 ± 2.1	9.8
7	29	16	20	21.7 ± 6.7	30.8
8	40	28	24	30.7 ± 8.3	27.0
Fe2					
1	NL	17	21	18.5 ± 1.5*	8.1
2	5	3	5	4.3 ± 1.2	27.9
3	5	5	10	6.7 ± 2.9	43.3
4	8	10	11	9.7 ± 1.5	15.5
5	9	9	10	9.3 ± 0.6	6.4
6	14	16	13	14.3 ± 1.5	10.5
7	15	20	22	19.0 ± 3.6	18.9
8	32	54	47	44.3 ± 11.2	25.3
Cr					
1	6	8	3	5.7 ± 2.5	43.8
2	7	8	4	6.3 ± 2.1	33.3
3	7	14	15	12.0 ± 4.3	35.8
4	11	5	9	8.3 ± 3.0	36.1
5	13	6	7	8.7 ± 6.8	43.7
6	13	7	10	10.0 ± 3.0	30.0
7	13	8	12	11.0 ± 2.6	23.6
8	14	5	12	10.3 ± 4.7	45.6
9	14	12	5	10.3 ± 4.7	45.6
10	19	16	11	15.3 ± 4.0	26.1

Frottis	Lectures			Moyenne ± ET	CV %
	1	2	3		
Fe2/Cr					
1	NL	19	16	17.5 ± 1.5*	8.6
2	1	9	4	4.7 ± 4.0	85.1
3	6	7	2	5.0 ± 2.6	52.0
4	8	7	3	6.0 ± 2.6	43.3
5	9	7	5	7.0 ± 2.0	28.6
6	18	11	5	11.3 ± 6.5	57.5
7	19	9	12	13.3 ± 5.1	38.3
8	19	10	13	14.0 ± 4.6	32.9
Fe1/Cr/Zn					
1	5	5	7	5.7 ± 1.2	21.0
2	11	10	6	9.0 ± 2.6	28.9
3	14	16	18	16.0 ± 2.0	12.5
4	15	11	5	10.3 ± 5.0	48.5
5	15	15	19	16.3 ± 2.3	14.1
6	16	21	16	16.7 ± 2.9	17.4
7	20	14	14	16.0 ± 3.5	22.7
8	25	28	25	26.0 ± 1.7	6.5
Fe2/Cr/Zn					
1	4	4	2	3.3 ± 1.2	36.4
2	5	14	11	10.0 ± 4.3	43.0
3	6	4	6	5.3 ± 1.2	22.6
4	12	12	11	11.7 ± 0.6	5.1
5	12	15	10	12.3 ± 2.5	20.3
6	14	15	15	14.7 ± 0.6	4.1
7	15	5	6	8.7 ± 5.5	63.2
8	23	16	11	16.7 ± 6.0	35.9
DMSO					
1	NL	2	2	2.0 ± 0.0*	0.0
2	NL	7	6	6.5 ± 0.5*	7.7
3	3	6	3	4.0 ± 1.7	42.5
4	5	9	6	6.7 ± 2.1	31.3
5	6	3	9	6.0 ± 3.0	50.0
6	7	5	2	4.7 ± 2.5	53.2
7	7	5	4	5.3 ± 1.5	28.3
8	7	7	10	9.0 ± 2.7	30.0
9	7	9	14	10.0 ± 3.6	36.0
10	8	6	6	6.7 ± 1.1	16.4
11	9	3	12	8.0 ± 4.6	53.2
B(a)P					
1	22	21	18	20.3 ± 2.1	10.3
2	27	19	13	19.7 ± 7.0	35.5
3	33	45	45	41.0 ± 6.9	16.8
4	48	48	38	44.7 ± 5.8	13.0
5	48	50	47	48.3 ± 1.5	3.1
6	50	48	68	10.0 ± 3.0	30.0
7	51	45	55	50.3 ± 5.0	9.9
8	61	63	51	58.3 ± 6.4	11.0
9	72	54	44	56.7 ± 14.2	25.0
10	153	131	119	134.3 ± 17.2	12.8

Notes: ET, écart type. CV, coefficient de variation exprimé en pourcentage. NL, non lu. * écart à la moyenne.

ANNEXE VI

**RESULTATS BRUTS DES ESSAIS TRITON REALISES
DANS LE CADRE DE L'ETUDE PRELIMINAIRE SUR LE
MECANISME D'ACTION GENOTOXIQUE
DU FER ET DU CHROME**

Résultats du test triton numéro 8 réalisé avec FeIII en présence de N-éthylmaléimide (NEM) et d'EDTA.

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰													N		
Témoin	0	1	1	3	3	3	4	5	6	6	7	7			12	
Fe 12.5	0	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	8	14	
EDTA 81.9	0	0	2	2	2	2	2	2	3	4	5	7	7		14	
NEM 62.9µg/l	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	6	8	14	
EDTA/NEM	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	5	9	14	
Fe/EDTA	1	1	2	3	3	4	5	5	5	6	7	7	8	11	14	
Fe/NEM	1	1	3	3	3	4	4	5	5	6	6				12	
Fe/EDTA/NEM	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6	6	8	15
B(a)P	3	3	4	7	7	9	10	11	13	13	14	18	20	25		14

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	3.5	6	0-7	IC = 1.7	14
Fe	4	5	5	0-8	-	14
EDTA	2	2	5	0-7	-	14
NEM	2	3	4	0-8	-	14
EDTA/NEM	2	3	4	1-9	-	14
Fe/EDTA	3	5	5	1-11	-	14
Fe/NEM	3	3.5	3.5	1-6	-	12
Fe/EDTA/NEM	3	4	4	1-8	-	14
B(a)P	7	10.5	14	2-25	++	14

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.

Résultats du test triton numéro 9 réalisé avec FeIII en présence de CN⁻ et d'EDTA.

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰											N			
Témoin	0	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	13	
Fe 12,5	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6	9	14
EDTA 81,9	0	0	2	2	2	2	2	2	3	4	5	7	7	7	14
CN ⁻ 0,05µg/l	8	9	16	24	27	27	32	34	39	45	51	11			
Fe/EDTA	0	1	2	2	3	4	5	7	7	7	7	9	10	13	
Fe/CN ⁻	7	13	17	20	23	27	30	35	35	41	55	11			
Fe/EDTA/CN ⁻	5	15	21	27	27	27	29	31	32	33	37	42	65	13	

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	2	3	0-4	IC = 0,4	13
Fe	3	3	5	2-9	±	14
EDTA	2	2	5	0-7	-	14
CN ⁻	20	27	36,5	8-51	++++	11
Fe/EDTA	3	5	7	0-10	+	13
Fe/CN ⁻	18,5	27	35	7-55	++++	11
Fe/EDTA/CN ⁻	27	29	33	5-65	++++	13

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.

Résultats du test triton numéro 10 réalisé avec FeIII et CrVI en présence d'acide ascorbique (vitamine C).

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰													N		
Témoin	0	1	2	3	3	3	3	4	4	5	5	6	7	8	14	
Fe 0,6	1	3	4	4	4	5	5	6	6	6	6	7	8	9	14	
Cr 1,0	1	1	13	4	4	4	4	7	7	7	7	8	12	14		
Vit C 1000	1	1	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	8	15
FeCr	2	3	3	4	5	6	6	7	7	7	8	10	12			
FeVit C	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	15
CrVit C	1	1	2	2	2	3	4	4	4	6	7	9	9	13		
FeCrVit C	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	6	15
B(a)P	2	7	7	8	8	9	10	11	12	14	14	15	12			
B(a)PVit C	2	3	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	10	10	18	15

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	3	3,5	5	0-8	IC = 0,8	14
Fe	4	5,5	6	1-9	±	14
Cr	3	4	7	1-12	-	14
Vit C	2	3	4	1-8	-	15
FeCr	3,5	6	7	2-10	+	12
FeVit C	1	2	4	1-5	-	15
CrVit C	2	4	6	1-9	-	13
FeCrVit C	2	3	4	1-6	-	15
B(a)P	7,5	9,5	13	2-15	+	12
B(a)PVit C	4,5	5	6	2-18	-	15

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.

Résultats du test triton 11a réalisé avec FeIII et CrVI en présence de cyanure.

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰													N				
Témoin	0	0	2	2	2	3	3	3	3	4	5	6		12				
Fe 0.6	3	5	6	6	6	6	7	7	7	9	10	10	12		13			
Cr 1.0	1	2	3	3	4	4	4	4	4	5	6	7	9	9	10		15	
CN5 0.005	0	0	1	2	2	4	4	5	5	5	6	7	9		13			
CN25 0.025	0	2	3	3	3	3	4	5	5	7	7	7	7	10		14		
FeCr	2	5	5	5	6	6	6	7	7	8	9	10	13	14		14		
FeCN5	3	3	3	3	3	3	5	7	8	8	9	11	12	13		14		
FeCN25	2	5	6	7	8	10	10	10	10	11	12	12	14	20	21	25		15
CrCN5	2	2	3	3	4	4	6	7	10	11	11	12	15		13			
CrCN25	5	7	7	8	8	11	15	18	21	22	25	26	31	35	50		15	
FeCrCN5	2	2	4	5	6	6	6	7	8	8	9	10	10	10	13	15		15
FeCrCN25	4	5	6	7	8	9	10	11	14	15	20	23	26	40		14		
DMSO	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	5		15		
B(a)P	1	2	2	3	3	3	5	6	7	7	11	14	19	25		14		

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N
Témoin	2	3	3.5	0-6	IC = 0,7	12
Fe	6	7	9	3-12	+	13
Cr	3.5	4	6.5	1-10	-	15
CN5	2	4	5	0-9	-	13
CN25	3	4.5	7	0-10	±	14
FeCr	5	6.5	9	2-14	+	14
FeCN5	3	6	9	3-13	+	14
FeCN25	7.5	10	13	2-25	++	15
CrCN5	3	6	11	2-15	+	13
CrCN25	8	18	25.5	5-50	++	15
FeCrCN5	5.5	8	10	2-15	+	15
FeCrCN25	7	10.5	20	4-40	+	14
DMSO	2	3	3	1-5	IC = 0,4	15
B(a)P	3	5.5	11	1-25	±	14

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.

Résultats du test triton 11b réalisé avec FeIII et CrVI en présence de cyanure

Conc. mg/l	Cellules à MN ‰													N			
Témoin	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	5	14		
Fe 0.6	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	8	15	
Cr 1.0	4	4	5	6	7	7	7	8	8	8	8	9	10	11	12	15	
FeCr	3	4	4	4	5	6	6	6	6	6	6	7	8	8	9	15	
B(a)P	4	8	9	9	9	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	14	14

Témoin	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	10					
CN5 0.005	3	3	4	4	4	4	5	5	5	8	8	11					
CN25 0.025	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	7	11					
FeCN5	5	7	7	7	7	8	9	9	10	10	15	11					
FeCN25	8	8	9	11	11	11	11	13	13	13	15	11					
CrCN5	4	4	5	5	6	6	6	7	8	9	11	11					
CrCN25	3	3	4	4	4	5	5	5	7	8	9	11					
FeCrCN5	6	8	11	12	12	12	15	16	16	18	19	11					
FeCrCN25	8	10	11	13	13	14	15	17	17	18	19	11					

Conc. mg/l	Qi	Méd	Qs	Extrêmes	Résultat	N											
Témoin 1	1	2	3	0-5	IC = 0.8	14											
Fe	4	5	6	2-8	±	15											
Cr	6.5	8	8.5	4-12	+	15											
FeCr	4.5	6	6.5	3-9	+	15											
B(a)P	9	10.5	11	4-14	++	14											

Témoin 2	2	3	3	1-4	IC = 0.5	10											
CN5	4	4	5	3-8	-	11											
CN25	2	4	6	2-7	-	11											
FeCN5	7	8	9.5	5-15	+	11											
FeCN25	10	11	13	8-15	++	11											
CrCN5	5	6	7.5	4-11	+	11											
CrCN25	4	5	6	3-9	+	11											
FeCrCN5	11.5	12	16	6-19	++	11											
FeCrCN25	12	14	17	8-19	++	11											

Notes: MN, micronoyau. N, nombre de frottis observés. DMSO 200 µl/l. B(a)P 25 µg/l.