

Francisco
Ferrer

Catégorie paramédicale
Biologie médicale A. Couvreur

Printemps des sciences 2008

- Terre à terres -

Clostridium tetani... bacille tellurique



Rue Terre-Neuve, 116 – 1000 Bruxelles
Tel. : 02 545 03 00 Fax. : 02 545 03 08
heff.paramedicale@brunette.brucity.be

Composition et réalisation

Les étudiants de 1^{ère} biologie médicale

encadrés par

Anne De Groote
Nathalie Defacqz
Brigitte Dutrieue
Christophe Panier

illustrations

Meriem El Mansouri
Gabriel Tapia

Table des matières

<i>Clostridium tetani</i> ... bacille tellurique	2
1. Epidémiologie	3
1.1. Importance du tétanos dans le monde	3
1.2. Situation en Belgique en 2004.....	4
1.3. Evolution de l'incidence en France.....	4
2. Infection par <i>Clostridium tetani</i>	5
2.1. Généralités.....	5
2.2. Les symptômes de la maladie.....	6
3. Effets du tétanos sur le système respiratoire	7
3.1. Situation en absence de la maladie.....	7
3.2. En présence de la maladie.....	9
3.3. Expérience	9
4. L'agent responsable du tétanos.....	10
4.1. Caractéristiques de <i>Clostridium tetani</i>	10
4.2. Origines et mode d'action.....	11
4.3. Culture des <i>Clostridium</i>	12
5. Prévention et Traitement.....	13
5.1. Prévention	13
A. Le vaccin	13
B. Le sérum	16
5.2. Traitement	16
Lexique.....	18
Références.....	22
Testez-vos connaissances !.....	23
Et si on jouait ?.....	25
Solutions aux tests et jeux.....	28

Clostridium tetani.. bacille tellurique

Le tétanos est une maladie infectieuse grave transmise par Clostridium tétani, une bactérie ubiquitaire largement présente dans l'environnement sous la forme de spores, en particulier dans la terre (=tellurique). Ces spores sont très résistantes aux conditions climatiques. La contamination se fait le plus souvent via une plaie (piqûre, brûlure, blessure) souillée par la bactérie. La bactérie attaque le système nerveux et libère une toxine à l'origine des manifestations cliniques. Le tétanos provoque des contractures musculaires très douloureuses débutant habituellement au niveau des mâchoires, puis se généralisant à l'ensemble de l'organisme et qui peuvent provoquer un blocage respiratoire et le décès du patient. La prise en charge de cette maladie nécessite un séjour prolongé en service de réanimation et l'utilisation de puissants sédatifs pour calmer les douleurs. On observe une vingtaine de cas de tétanos en Belgique chaque année. Ces cas surviennent le plus souvent chez des personnes âgées dont la vaccination n'est pas à jour. Dans les pays en voie de développement, le tétanos est une importante cause de mortalité chez les nouveau-nés : c'est le tétanos néonatal dû le plus souvent à l'infection de l'ombilic du nouveau-né suite à l'utilisation de pansements contaminés par de la terre.



1. Epidémiologie

1.1. Importance du tétanos dans le monde

Dans les pays considérés comme développés, le tétanos atteint généralement les sujets appartenant à des couches de population défavorisées. Les personnes âgées sont particulièrement concernées. Selon le *Center for Disease Control* (US), 94% des cas sont observés chez des personnes de plus de 20 ans, et 68% des cas chez des personnes de plus de 50 ans.

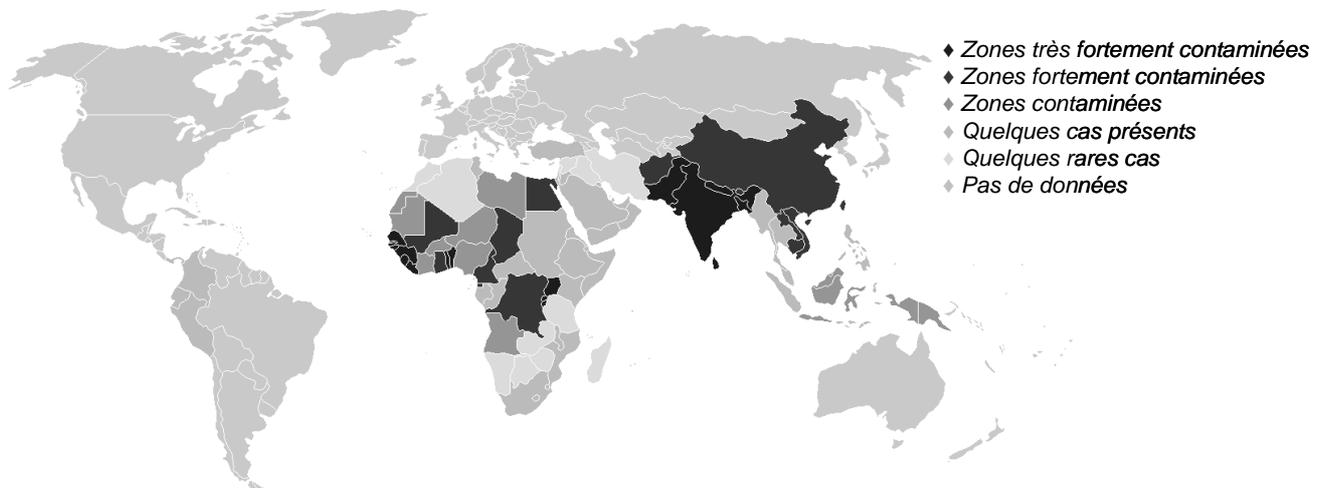


Figure 1 : Répartition mondiale du tétanos en 1997 (OMS)

Dans les pays en voie de développement, le tétanos touche essentiellement le nouveau-né et l'adulte jeune. On estime à environ 800 000, le nombre de nouveau-nés dans le monde qui meurent chaque année de tétanos néonatal.

Le tétanos néonatal demeure un problème grave dans les pays où la couverture vaccinale est faible et où les pratiques observées à la naissance ne respectent pas les règles d'hygiène.

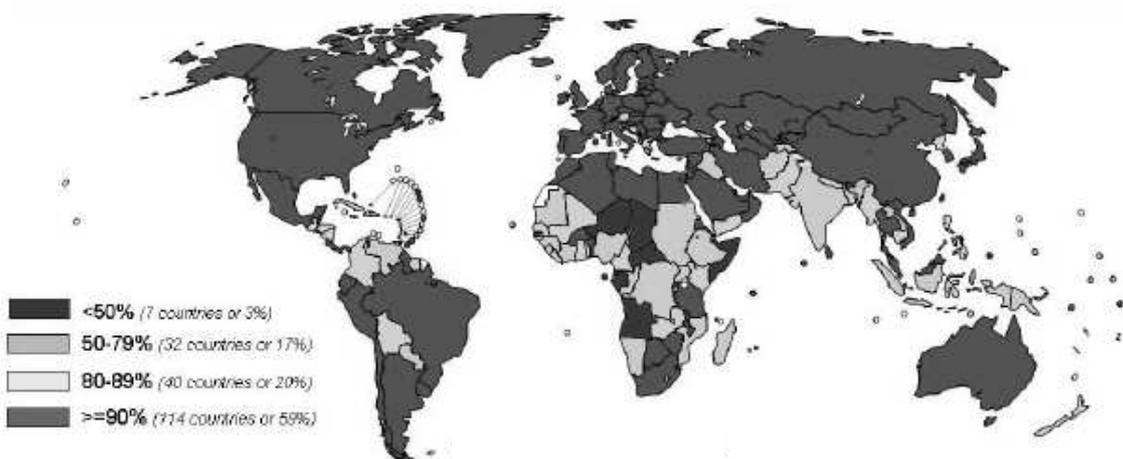


Figure 2 : Couverture de la vaccination chez les nourrissons

1.2. Situation en Belgique en 2004

Lors de la dernière enquête nationale belge de santé (2004), 69 % des personnes interrogées (15 ans et +) en Wallonie et 59 % à Bruxelles ont déclaré avoir été vaccinées contre le tétanos au moins une fois dans leur vie.

Le nombre de personnes qui déclare avoir été vaccinées contre le tétanos diminue progressivement avec l'âge. En Wallonie, alors que 90 % des personnes âgées de 15 à 24 ans ont été vaccinées contre le tétanos, seulement 46 % le sont chez les personnes âgées de 75 ans et plus. On observe la même tendance à Bruxelles (83 % chez les 15-24 ans et 36 % chez les 75 ans et plus).

Au niveau du sexe, les hommes, en Wallonie, sont significativement plus nombreux que les femmes à déclarer avoir été vaccinés contre le tétanos : 77 % versus 65 %. A Bruxelles, on n'observe pas de différence significative entre les hommes (61 %) et les femmes (58 %).

1.3. Évolution de l'incidence en France

L'incidence des cas déclarés en France est de 0,28, 0,50 et 0,33 cas par million d'habitants respectivement pour 2002, 2003 et 2004.

On note une décroissance de l'incidence du tétanos jusqu'en 1999 puis une légère remontée et une phase en plateau au cours de ces dernières années.

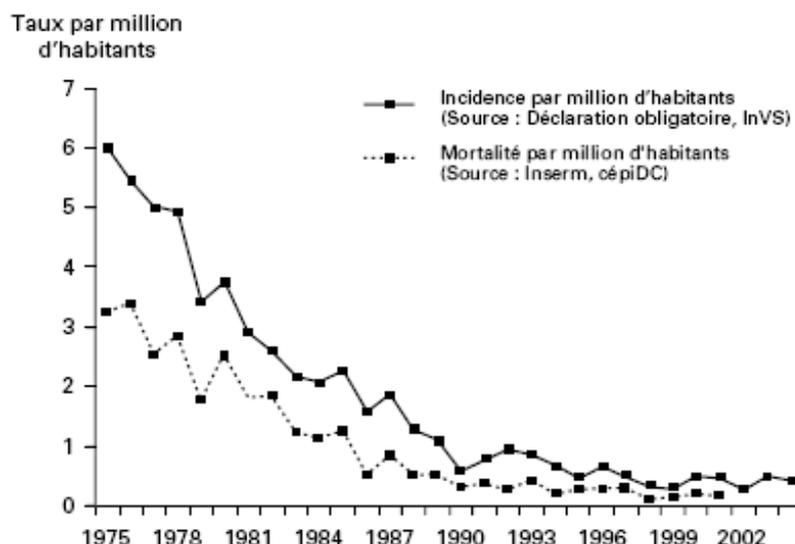


Figure 3 : Morbidité et mortalité liées au tétanos en France de 1975 à 2004

Classe d'âge	Année 2002			Année 2003			Année 2004							
	Femmes	Hommes	Total	Femmes	Hommes	Total	Femmes	Hommes	Total					
	Nb cas	Tl/an	Nb Cas	Tl/an	Nb Cas	Tl/an	Nb cas	Tl/an	Nb Cas	Tl/an				
0-49 ans	-	0,00	2	0,09	2	0,05	-	0,00	-	0,00	1	0,05	1	0,02
50-59 ans	1	0,27	-	0,00	1	0,14	-	0,00	1	0,27	1	0,13	-	0,00
60-69 ans	-	0,00	1	0,41	1	0,19	2	0,73	4	1,64	6	1,16	1	0,37
70-79 ans	2	0,74	3	1,53	5	1,08	9	3,33	2	1,01	11	2,35	6	2,22
≥ 80 ans	6	3,70	2	2,63	8	3,35	10	5,90	2	2,48	12	4,80	6	3,40
Total	9	0,29	8	0,27	17	0,28	21	0,68	9	0,31	30	0,49	13	0,42

Nb : Nombre - Tl/an : taux d'incidence annuel par million d'habitants
Source : DO, InVS

Tableau 1 : Cas de tétanos déclarés et taux d'incidence par sexe et âge en France de 2002 à 2004

Tous ces cas et décès liés au tétanos pourraient être évités par une meilleure application de la politique des rappels anti-tétaniques (tous les 10 ans chez l'adulte) et, en cas de plaie, par l'administration d'immunoglobulines spécifiques humaines selon le protocole recommandé (fonction des caractéristiques de la plaie et de la date du dernier rappel du vaccin antitétanique).

*2. Infection par *Clostridium tetani**

2.1. Généralités

La durée d'incubation à la suite d'une plaie est en moyenne de 7 jours. 15% des cas sont observés dans les 3 jours suivant la blessure et 10% au-delà de 14 jours.

On distingue quatre types de tétanos :

- le tétanos localisé : les symptômes sont limités aux muscles situés près de la plaie.
- le tétanos généralisé : la toxine pénètre dans la circulation sanguine et atteint les terminaisons nerveuses.
- le tétanos néonatal : il survient généralement à la suite d'une manipulation du cordon ombilical dans de mauvaises conditions sanitaires. Le taux de mortalité est compris entre 70 et 90%. Ce type de tétanos est une cause importante de mortalité dans les pays en voie de développement.
- le tétanos céphalique : forme rare du tétanos localisé faisant suite à une lésion de la tête ou à une infection de l'oreille entraînant un taux de mortalité élevé. Ce type de tétanos s'avère pratiquement systématiquement mortel.

2.2. Les symptômes de la maladie

Dans la forme la plus fréquente, le tétanos généralisé se caractérise par :

- une augmentation du tonus musculaire et des spasmes généralisés ;
- une contracture des muscles des mâchoires (trismus) et de la face (rire sardonique) ;
- une dysphagie ;
- une contracture des muscles des membres avec (mais assez rarement) parfois atteinte des mains et des pieds ;
- une douleur du cou et des épaules et des muscles le long de la colonne vertébrale, dont la contracture entraîne la formation d'une hyperlordose (accentuation de la courbure lombaire). Ces contractures sont par ailleurs susceptibles de compromettre la ventilation (respiration) ;
- une apnée (arrêt des mouvements respiratoires) ;
- une rigidité de l'abdomen ;
- une cyanose (coloration bleue) des téguments due à un trouble de l'oxygénation ;
- des spasmes du larynx.

Les malades atteints par le tétanos ne présentent pas obligatoirement l'ensemble de ces symptômes, la gravité de la maladie peut-être variable. Outre les atteintes musculaires, divers troubles plus généraux peuvent être observé, tels que :

- une hypertension artérielle ;
- des troubles cardiaques tels qu'une tachycardie ou une bradychardie ou même un arrêt cardiaque ;
- une fièvre ;
- des sueurs abondantes.

De plus, certaines complications peuvent résulter d'une infection au bacille du tétanos, comme :

- une pneumopathie (maladie des poumons) ;
- une rhabdomyolyse ;
- des fractures ;
- des ruptures musculaires ;
- une thrombose veineuse profonde pouvant conduire à l'embolie pulmonaire.

3. Effets du tétanos sur le système respiratoire

3.1. Situation en absence de la maladie

Les éléments constituant les voies respiratoires sont le nez, la bouche, le pharynx, le larynx, la trachée, les bronches et leurs centaines de ramifications dont les bronchioles qui se terminent en alvéoles pulmonaires.

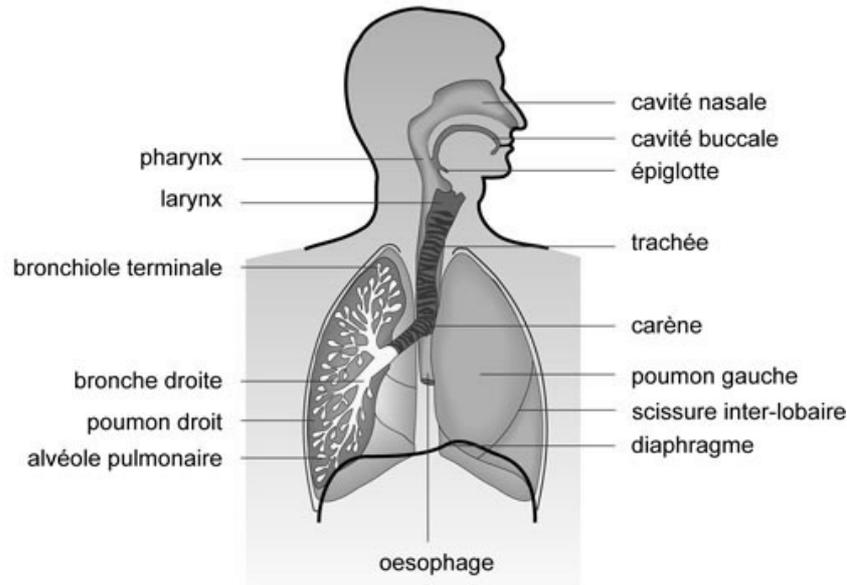


Figure 4 : Appareil respiratoire

Ventilation pulmonaire : La ventilation pulmonaire est l'action « muscle » entourant les poumons qui provoque l'aspiration de l'air ambiant (*inspiration*) et expulse de l'air vicié (*expiration*). C'est ce que l'on appelle la « respiration ».

Mécanisme de la respiration : Les mammifères respirent en faisant varier la pression autour de leurs poumons par rapport à la pression atmosphérique externe. Pour ce faire, ils modifient le volume de leur cavité thoracique à l'aide de leurs muscles intercostaux et de leur diaphragme.

Lors d'une respiration normale, la contraction du diaphragme assure une pénétration facile dans l'expansion de la cage thoracique (augmentation du volume latéro-latérale et antéropostérieure de la cavité thoracique), la pression de l'air dans la cavité pulmonaire (pression intrapleurale) autour des poumons devient inférieure à la pression atmosphérique, et l'air s'engouffre dans les poumons permettant ainsi l'inspiration (a). Cette dernière est dite active. L'expiration (b) se produit lorsque les muscles intercostaux et le diaphragme se relâchent par effet d'élasticité : la cavité

thoracique reprend sa position initiale (plus petit volume) et l'air est expulsé. L'expiration est dite passive.

Pour un ordre d'idée, lorsque notre diaphragme s'abaisse de 1 cm, 500 mL d'air entrent dans nos voies respiratoires !

Lors d'une respiration profonde, l'expiration autant que l'inspiration sont actives et l'air entrant dans les poumons est de 3 à 6 litres en moyenne en fonction de la taille du sujet.

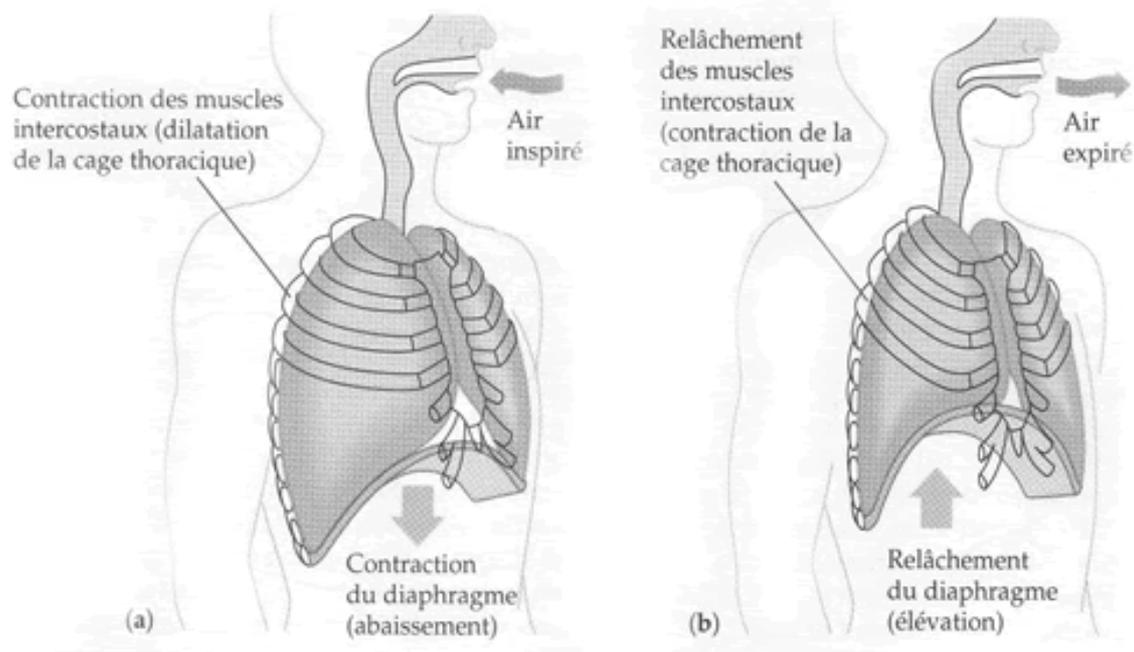


Figure 5 : Mécanisme respiratoire lors d'une respiration calme

Modélisation de la ventilation pulmonaire : La physiologie pulmonaire suit un certain nombre de principes comme la résistance à l'écoulement des gaz (au niveau des voies aériennes). Les résistances pulmonaires sont constituées, à plus de 80 %, des résistances des voies aériennes. Si l'on assimile l'arbre pulmonaire à un tube aux multiples embranchements, la résistance à l'écoulement du gaz dans ce tube est égale à la différence de pression entre les deux extrémités du tube, donc entre la pression alvéolaire et la pression buccale, divisée par la valeur du débit gazeux dans ce tube.

$$R = \frac{P_{\text{buccale}} - P_{\text{alvéolaire}}}{\text{Débit}}$$

3.2. En présence de la maladie

Le tétanos provoque des spasmes. Par spasmes, on entend des crampes prolongées causant de la douleur, ce qui rend la contraction des muscles encore plus rigide. Les spasmes s'installent, empêchant le muscle de se relâcher. Les spasmes musculaires sont spontanés ou déclenchés par différents stimuli mécaniques et/ou sensoriels. Les spasmes des muscles respiratoires peuvent gêner la respiration et même provoquer l'asphyxie. La contracture des muscles de la mâchoire gêne l'ouverture de la bouche et donc l'inspiration. Sur ce fond de contracture permanente surviennent de brusques et violentes crises, où la contracture augmente et peut provoquer une gêne respiratoire par atteinte des muscles du thorax et du diaphragme.

Les spasmes des muscles respiratoires sont de 2 types :

- les spasmes laryngés à l'origine d'une asphyxie immédiate ;
- les spasmes des muscles intercostaux et du diaphragme responsables d'une asphyxie lente.

3.3. Expérience

Cette petite expérience permet de visualiser comment les mouvements du diaphragme permettent de remplir les poumons d'air.

- 1) *Avec des ciseaux, découper la partie inférieure d'une petite bouteille d'eau.*
- 2) *Introduire un ballon dans le goulot de la bouteille et sortir son extrémité du ballon à l'extérieur de la bouteille. Ce ballon représentera l'appareil respiratoire.*
- 3) *Découper un autre ballon horizontalement au deux tiers.*
- 4) *Etirer ce ballon sur toute l'ouverture inférieure de la bouteille pour former une surface plane. Mettre du scotch autour de ce ballon pour obtenir une fermeture hermétique. Ce ballon représentera le diaphragme.*
- 5) *Lorsque l'on tire sur le ballon qui représente le diaphragme, le ballon de l'appareil respiratoire se gonfle. Lorsque l'on relâche le diaphragme, l'appareil respiratoire diminue de volume.*



Figure 6 : Modélisation du système respiratoire

4. L'agent responsable du tétanos

4.1. Caractéristiques de *Clostridium tetani*

Le tétanos est une maladie infectieuse grave, potentiellement mortelle due à *Clostridium tetani*, un bacille sporulant anaérobie stricte et ubiquitaire de 3 à 4 µm de longueur sur 0,4 µm de largeur.

Clostridium tetani est une bactérie tellurique de répartition géographique mondiale mais plus rare dans les régions nordiques ou de haute altitude. Celle-ci est aussi présente dans le tube digestif des animaux (singe, cheval, vache, souris, chat, volaille, ...) ou plus rarement de l'homme, notamment chez les individus en contact permanent avec les chevaux qui joueraient un rôle important dans la dissémination des spores.

Microorganisme	<i>Clostridium botulinum</i>	<i>Clostridium difficile</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Clostridium tetani</i>
Type de germe	Bacille gram positif, anaérobie et sporulé			
Mode d'infection	Contamination d'une plaie profonde en contact avec le sol.			
	Transmission par neurotoxines	Transmission de manière fécale orale	Transmission par aliments contaminés	Transmission par morsure de chiens
Symptômes	Paralysie des muscles de la mâchoire et respiratoires	Douleurs et crampes abdominales Diarrhées		Paralysie des muscles de la mâchoire et respiratoires
	Troubles moto oculaires, du pharynx et de l'œsophage, constipation, météorisme	fièvre, frissons et battements cardiaques rapides		
Peut entraîner la mort				

Tableau 2 : Evocation des principaux pathogènes telluriques

Clostridium tetani a la capacité de survivre des années dans le milieu extérieur sous forme de spore. La spore est terminale déformante, ce qui donne à la bactérie un aspect en raquette. Cependant, certaines souches produisent des spores sub-

terminales et/ ou ovales. On retrouve ces spores dans les sols, dans les poussières, sur les objets rouillés, sur les plantes, dans les selles animales et humaines. La survie de ces spores dans le milieu extérieur dépend des conditions physico-chimiques et, l'action conjointe de l'air et de la lumière est considérée comme particulièrement néfaste.

La spore pénètre dans l'organisme via une plaie et peut y survivre des mois voire des années.

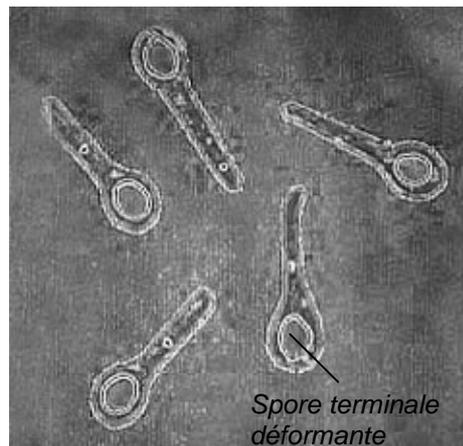


Figure 7 : *C. tetani* observé au microscope électronique

4.2. Origines et mode d'action

Le tétanos est généralement observé après une piqûre ou une blessure (même minime), après une intervention chirurgicale, un avortement effectué dans de mauvaises conditions d'hygiène ou encore après injection d'une substance ischémiant. Les plaies renfermant des tissus déchirés, déchiquetés, des caillots ou des corps étrangers sont particulièrement sensibles à la survenue du tétanos.

Depuis la plaie infectée, le *clostridium tetani* germe et se transforme en bacille qui produit une neurotoxine appelée *tétanospasmine* qui pénètre dans les extrémités terminales des nerfs moteurs et migre le long des axones vers la moelle épinière et le tronc cérébral où elle se fixe au niveau des terminaisons présynaptiques et bloque la libération des neurotransmetteurs inhibiteurs : GABA ou glycines. La diminution de cette inhibition provoque une augmentation de l'activité des neurones et les spasmes musculaires caractéristiques du tétanos. Les muscles touchés sont principalement les muscles squelettiques.

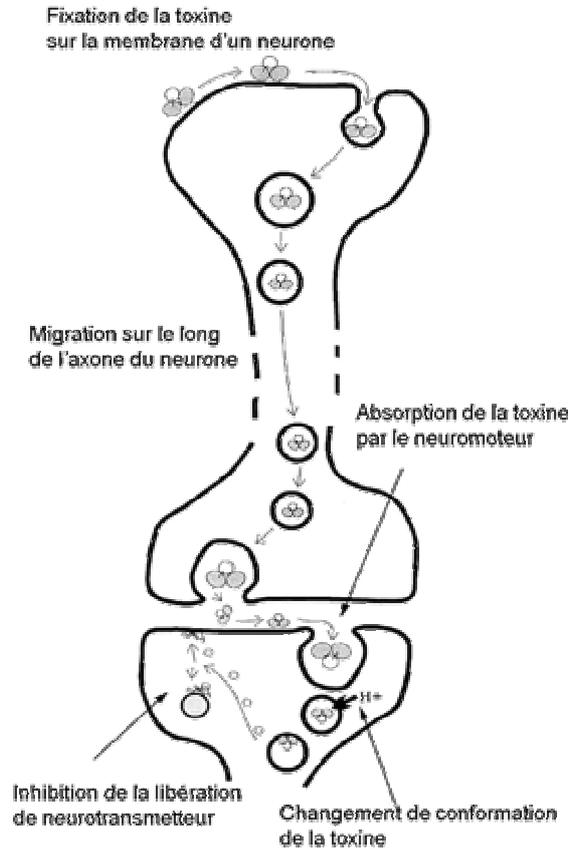


Figure 8 : Mode d'action de la toxine tétanique

4.3. Culture des *Clostridium*

Les *Clostridium* se multiplient en absence d'oxygène (anaérobiose) sous une température optimale de 37°C. Leur culture se réalise en Chambre Freintier sous atmosphère sans oxygène (mélange gazeux CO_2 , N_2 , ...), sur des milieux dont la composition favorise leur développement.

Milieu de SCHAERDLER

Bouillon ou gélose permettant la croissance de bactéries non exigeantes du genre *Clostridium*.

Composition

Bouillon trypticase soja	10 g/L
Polytone Sg glucose	5 g/L
Extrait de levure	5 g/L
Tris-hydroxyméthylaminométhane	3 g/L
Hémine	0,01 g/L
L-cystéine	0,40 g/L
pH = 7,6	

Milieu MRS

Gélose enrichie permettant l'isolement sélectif et le dénombrement des *Lactobacillus* dans des produits laitiers.

Composition

<i>Peptone tryptique de caséine</i>	15 g/L
<i>Macération de viande</i>	500 mL/L
<i>Extrait de levure</i>	5 g/L
<i>Acétate de sodium</i>	5 g/L
<i>Citrate d'ammonium</i>	2 g/L
<i>Phosphate bipotassique</i>	2,4 g/L
<i>Tween 80</i>	1 mL/L
<i>Sulfate de magnésium</i>	0,2 g/L
<i>Sulfate de manganèse</i>	0,05 g/L
<i>Glucose</i>	20 g/L
<i>Agar</i>	12 g/L
<i>pH= 6,5</i>	

Milieu de Rosenow cystéine

Composition

<i>Peptone tryptique</i>	10 g/L
<i>Extrait de viande de bœuf</i>	3 g/L
<i>Chlorure de sodium</i>	2 g/L
<i>Chlorhydrate de cystéine</i>	0,3 g/L
<i>Glucose</i>	2 g/L
<i>Indicateur d'Andrade</i>	10 mL/L
<i>pH= 7,2</i>	

5. Prévention et traitement

5.1. Prévention

Il existe deux moyens de prévention du tétanos : le sérum et le vaccin.

- Le vaccin antitétanique est l'arme la plus efficace. C'est un vaccin obligatoire dans certains pays comme la Belgique. Il assure une protection de très longue durée : 5 à 10 ans.
- Le sérum est injecté par le médecin aux personnes susceptibles de s'être contaminées et qui ne sont pas vaccinées ou qui ont oublié leur rappel antitétanique. Toutefois, le sérum est moins efficace que le vaccin. De plus, son action ne se prolonge que quelques jours.

A. Le vaccin

Les vaccins utilisés actuellement s'appuient sur divers procédés, dont le but commun est de mettre en contact l'organisme et un agent infectieux, ou une toxine, incapable de provoquer une maladie grave. Le contact entre l'antigène et l'anticorps de surface

du lymphocyte B provoque une multiplication intensive de ce dernier, qui est désormais présent par millions dans l'organisme. Lors d'un contact ultérieur avec le microbe pathogène, le système immunitaire est prêt à réagir instantanément : les lymphocytes spécifiques reconnaissent l'antigène et sécrètent immédiatement des anticorps spécifiques qui neutralisent le microorganisme.

- Les **vaccins vivants atténués** (rougeole, oreillons, rubéole, fièvre jaune, tuberculose) contiennent un germe vivant que l'on a rendu inoffensif par des traitements physiques ou chimiques. Ils provoquent une infection minime qui conduit l'organisme à se protéger contre ces maladies.

- Les **vaccins contenant des anatoxines** (diphtérie, tétanos) sont utilisés contre des maladies provoquées non pas directement par un germe mais par une toxine qu'il sécrète. Il est possible d'immuniser l'organisme contre cette seule toxine, qui sera immédiatement neutralisée en cas d'infection future. Le vaccin contient une anatoxine, c'est-à-dire une protéine très proche de la toxine microbienne mais incapable de provoquer les symptômes graves de ces maladies. L'organisme va produire des anticorps efficaces à la fois contre cette anatoxine et contre la toxine microbienne. Le germe lui-même, inoffensif, sera détruit, comme celui d'une infection banale, par les défenses habituelles de l'organisme.

- Les **autres vaccins** contiennent des fragments de germes viraux ou bactériens (grippe, rage, coqueluche, choléra, polio injectable, hépatite A, hépatite B, pneumocoque, méningocoque, haemophilus, typhoïde). L'organisme va reconnaître ces substances comme étrangères et fabriquer des anticorps spécifiques. Lors d'une éventuelle contamination ultérieure par ces germes, les anticorps reconnaîtront les substances présentes sur ces germes et les détruiront avant que l'infection ait pu avoir des conséquences graves. Pour la majorité des vaccins, l'injection initiale doit être suivie de rappels pour que l'organisme produise et maintienne un taux suffisant d'anticorps.

Le vaccin antitétanique est constitué d'une anatoxine associée à un élément qui stimule l'immunité (hydroxyde d'aluminium). Il n'existe actuellement plus de vaccins monovalents, contre le tétanos uniquement. On utilise aujourd'hui des vaccins combinés, contre plusieurs maladies. Une vaccination complète procure une protection totale contre le tétanos. Le vaccin est possible à partir de l'âge de 2 mois.

Différents vaccins antitétaniques sont disponibles en Belgique :

- Infanrix hexa® (GSK) : vaccin hexavalent disponible gratuitement pour les nourrissons ;
- Tétravac® (Sanofi Pasteur M.S.D.) : vaccin tétravalent disponible gratuitement pour les enfants de 5-6 ans ;
- Tedivax pro Adulto® (GSK) : vaccin bivalent disponible gratuitement pour les adolescents de 14-16 ans ;
- Revaxis® (Sanofi Pasteur M.S.D.) : vaccin trivalent contre le tétanos, la diphtérie et la poliomyélite disponible pour les adultes ;
- Boostrix® (GSK) : vaccin trivalent contre le tétanos, la diphtérie et la coqueluche (uniquement pour les rappels).

Âges auxquels les vaccins sont recommandés	2 mois	3 mois	4 mois	12/13 mois	14/15 mois	5/6 ans : rappel	11/12 ans	14/16 ans : rappel
Poliomyélite	X	X	X	-	X	X	-	-
Diphtérie	X	X	X	-	X	X	-	X
Tétanos	X	X	X	-	X	X	-	X
Coqueluche	X	X	X	-	X	X	-	-
Haemophilus Influenzae type B	X	X	X	-	X	-	-	-
Hépatite B	X	X	X	-	X	-	Rattrapage si pas fait en bas âge	-
Rougeole	-	-	-	X	-	Rattrapage si pas fait en bas âge	X	Rattrapage si pas fait à 12 ans
Rubéole	-	-	-	X	-	-	X	-
Oreillons	-	-	-	X	-	-	X	-
Méningocoque C	Ce vaccin peut être				X	administré entre 2 mois et 19 ans.		
Pneumocoque	X	X	X	X	-	-	-	-
Rotavirus	X	X	(X)	Vaccin remboursé mais pas gratuit				

Tableau 3 : Vaccinations recommandées par la communauté française de Belgique au 1^{er} septembre 2007

B. Le sérum

Le sérum correspond à la partie liquide du sang imprégnant les éléments figurés (globules rouges, globules blancs et plaquettes) et débarrassé de la fibrine et d'autres agents responsables de la coagulation (à la différence du plasma qui les contient).

Le sérum anti-tétanique est un concentré d'anticorps tirés du sang d'un cheval hyperimmunisé contre le tétanos. Son but est de prévenir le tétanos en apportant des anticorps. Il doit être pratiqué au plus tôt après la blessure. On l'emploie pour toute blessure pouvant être contaminée, chez une personne non vaccinée ou dont le dernier rappel date de plus de 10 ans. De même, si on n'a ni trace signée des vaccins, ni souvenir fiable. Même chez les vaccinés en cas de plaie délabrée, on peut l'utiliser par prudence si le dernier rappel à moins de 5 ans.

5.2. Traitement

Le traitement de cette infection passe par l'administration d'antibiotiques spécifiques.

Le terme « antibiotique » signifie « contre la vie ». Les antibiotiques sont des molécules chimiques naturelles (secrétées par des micro-organismes afin de combattre d'autres micro-organismes concurrents) ou artificielles (synthétisées au laboratoire) ayant la propriété de tuer les bactéries (effet bactéricide) ou d'empêcher leur prolifération (effet bactériostatique). Ils sont utilisés dans le traitement des infections dues à des bactéries pathogènes et sont sans effet sur les infections virales, parasitaires ou mycétales qui relèvent respectivement d'une thérapie faisant appel aux antiparasitaires, antiviraux et antifongiques.

Il existe plus de 10000 molécules antibiotiques mais seule une centaine sont efficaces et utilisables (1/4 sont des pénicillines). La plupart des antibiotiques sont issus des bactéries et champignons (17 % des antibiotiques).

On classe habituellement les antibiotiques en fonction de leur mode d'action sur les agents infectieux. On distingue principalement :

- les inhibiteurs de la synthèse de la paroi bactérienne (ex : pénicillines) ;
- les modificateurs de la perméabilité membranaire (ex : colistine) ;
- les inhibiteurs de la synthèse protéique (ex : streptomycine) ;
- les inhibiteurs de la synthèse des acides nucléiques (ex : métronidazole).

La structure chimique de la molécule ou le spectre d'activité peuvent également servir de base à une classification.

Le choix de l'antibiotique dépend du germe responsable, de la localisation de l'infection et du terrain (insuffisance rénale ou hépatique, notion d'allergie, ...). Il peut être orienté par l'*antibiogramme* : le germe responsable est mis en culture dans une boîte de gélose contenant plusieurs pastilles d'antibiotiques qui vont inhiber plus ou moins le développement du micro-organisme, ce qui permet de comparer la sensibilité des bactéries à tel ou tel antibiotique.



Figure 9 : Antibiogramme

Clostridium tetani est sensible aux pénicillines mais le traitement de premier choix est maintenant le métronidazole

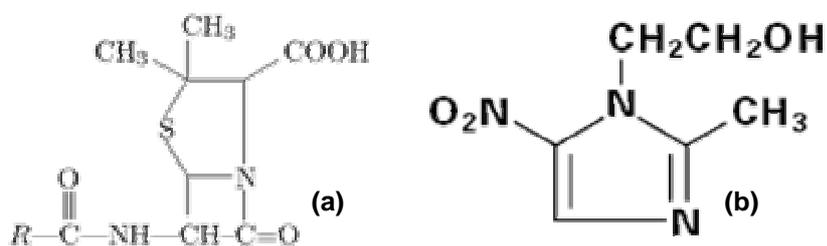


Figure 10 : formule chimique des pénicillines (a) et du métronidazole (b)

Lexique

Alvéole pulmonaire : Sac microscopique du tissu pulmonaire situé à l'extrémité d'une bronchiole dont les parois sont tapissées de capillaires où circule le sang. Ce sont dans les alvéoles que s'effectuent les échanges gazeux avec le sang par diffusion au travers des parois alvéolaires.

Anaérobie : Se dit d'une cellule ou d'un organisme qui peut vivre en absence d'oxygène.

Anatoxine : Toxine modifiée de manière à détruire sa toxicité tout en conservant ses propriétés antigéniques.

Antibiotique : Molécule chimique qui détruit les micro-organismes ou inhibent leurs croissance.

Antibiogramme : Test de laboratoire permettant de définir l'activité de divers antibiotiques sur une souche bactérienne..

Anticorps : molécule synthétisée par les cellules du système immunitaire (lymphocytes) et capable de se fixer spécifiquement sur l'antigène qui a induit sa production.

Antigène : molécule chimique isolée ou portée par une cellule et qui déclenche l'immunité.

Antitétanique : Substance médicamenteuse qui prévient ou soigne le tétanos.

Autolyse : Destruction d'un tissu animal ou végétal par ses propres enzymes.

Asphyxie : Terme médical signifiant l'arrêt plus ou moins long de la circulation d'oxygène dans un corps. Sans intervention extérieure, l'asphyxie va rapidement mener à l'inconscience puis à la mort.

Bacille : Bactérie en forme de bâtonnet droit.

Botulisme : Intoxication grave causée par la toxine du bacille botulique, et entraînant des paralysies.

Bradycardie : Diminution du rythme cardiaque.

Bronche : Conduit par lequel l'air est transféré de la trachée aux bronchioles.

Cavité : Partie creuse d'une articulation mobile contenant un liquide et limitée par une membrane.

Céphalique : Faisant référence au cerveau.

Contraction : Diminution de la longueur ou du volume d'un muscle.

Contracture : Contraction durable et involontaire d'un muscle, accompagnée de raideur.

Clostridium : Bactérie dont la toxine est responsable chez l'homme de maladies non contagieuses comme le tétanos ou le botulisme.

Cyanose : Coloration bleutée de la peau due à une quantité insuffisante d'oxygène sur l'hémoglobine.

Diaphragme : Muscle très large et mince qui sépare le thorax de l'abdomen. Celui-ci joue un rôle très important dans la respiration.

Dysphagie : Sensation de gêne ou de blocage lors de la déglutition induisant un trouble de la traversée de l'hypopharynx ou de l'œsophage par des aliments préalablement mastiqués et insalivés.

Embolie : Embole de sang se déplaçant et restant bloqué dans un petit vaisseau sanguin.

Embole : Corps oblitérant un vaisseau et provoquant une embolie.

Germe : En médecine, agent microscopique pathogène.

Hypopharynx : Partie du pharynx situé en arrière du larynx.

Hypertension : Augmentation de la tension artérielle.

Hypertonie : Exagération du tonus musculaire.

Incubation : Période d'une maladie infectieuse comprise entre l'introduction de la maladie et l'apparition des symptômes.

Infection : Pénétration et développement dans un être vivant de micro-organismes qui peuvent provoquer des lésions en se multipliant et éventuellement en sécrétant des toxines et en se propageant par voie sanguine.

Inhibiteur : Molécule simple ou complexe qui diminue la vitesse d'une réaction.

Ischémie : Déficience dans l'irrigation sanguine d'un organe ayant pour conséquence la mort d'une partie ou de la totalité de celui-ci.

Larynx : Partie des voies respiratoires située entre le pharynx et la trachée.

Micro-organisme : Être vivant microscopique tel que la bactérie, le virus.

Motoneurone : Neurone constituant la voie de sortie du système nerveux central ou la voie finale de tout acte moteur.

Muscle intercostal : Organe capable de se contracter et d'assurer le mouvement ou la résistance aux forces extérieures se trouvant entre les côtes.

Néonatal : Relatif à la naissance et au nouveau-né.

Neurotoxine : Toxine infectant le système nerveux.

Neurotrophe : Se dit de substances chimiques et de micro-organismes qui ont une

forte affinité et qui affectent le système nerveux.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

Il s'agit d'une organisation qui fournit un rapport annuel sur la santé publique mondiale et des données statistiques essentielles. Elle est l'autorité directrice et coordonnatrice dans le domaine de la santé :

- Elle est chargée de diriger l'action sanitaire mondiale ;
- Elle est chargée de définir les programmes de recherche de santé (après avoir fixé les priorités de la recherche) ;
- Elle fixe des normes et des critères ;
- Elle présente des options politiques fondées sur des données probantes ;
- Elle fournit un soutien technique aux pays afin de suivre et d'apprécier les tendances en matière de santé.

Pathogène : qui peut provoquer une maladie (ex : virus pathogène).

Pharynx : Conduit musculaire et membraneux s'ouvrant en haut sur les fosses nasales et la bouche, en bas sur le larynx et l'œsophage, et où se croisent la voie digestive et la voie respiratoire.

Plaie : Rupture de la continuité de la peau provoquée en partie par un agent extérieur mécanique.

Pneumopathie : Atteinte infectieuse des structures pulmonaires profondes.

Physiologie pulmonaire : Science qui étudie le fonctionnement et les propriétés des poumons.

Rhabdomyolyse : Destruction de cellules musculaires.

Ryngospasme : Contracture pathologique au niveau du larynx.

Sédatif : substance qui agit contre la douleur, l'anxiété, l'insomnie.

Sérum : Préparation à base de plasma sans fibrinogène, prélevé sur un organisme humain ou animal et contenant les anticorps de certaines maladies que l'on prévient ou guérit par injection de ce produit.

Spasme : Contracture pathologique des muscles lisses des viscères.

Spore : Structure ronde ou ovale, résistant à la chaleur et aux agents chimiques qu'acquière la bactérie pour survivre temporairement à des conditions de vie défavorables.

Stimuli (stimulus) : Facteur qui agit sur une cellule, sur un organe, sur l'organisme en provoquant une réponse (musculaire, nerveuse, etc..).

Sudation : Transpiration forte due à un phénomène physique ou pathologique.

Synapse : Structure histologique par laquelle l'axone d'un neurone s'articule avec les dendrites d'un autre neurone afin d'assurer l'influx nerveux.

Synaptique : Relatif à une synapse.

Tachycardie : Augmentation du rythme cardiaque.

Téguments : Ensemble de tissus qui couvrent le corps des hommes et des animaux.

Tellurique : Qui est relatif à la terre, provient de la terre.

Thrombose : Formation d'un caillot de sang dans les veines ou les artères; le déplacement de ce caillot peut provoquer une embolie.

Toxine : Substance toxique élaborée par un être vivant (bactéries, insectes).

Trismus : constriction (pression) des mâchoires due à la contracture des muscles masticateurs au cours du tétanos.

Ubiquitaire : Se dit d'un être vivant qui peut habiter dans des biotopes variés. Pour un microbe, cela peut signifier qu'il est susceptible d'infecter de nombreuses espèces différentes, ou différents organes chez un individu.

Vaccin : Substance d'origine microbienne, que l'on inocule à une personne ou à un animal pour l'immuniser contre une maladie.

Vicié : impur, pollué.

Références

J. .L. Ader, Physiologie, Ed Masson, 2006
Harrison, Médecine interne, 13e éd, Arnette, 1995
Petit Larousse illustré, 2007
<http://pedagogie.actoulouse.fr>
<http://www.e-sante.be>
<http://vaccination-info.be>
<http://www.vidaldelafamille.com>
<http://www.topsante.com>
<http://www.bacterio.cict.fr>
<http://www.pedagoge.ac-montpellier.fr>
<http://www.invs.sante.fr>
<http://fr.wikipedia.org>
<http://www.vulgaris-medical.com>
<http://www.afro.who.int>
<http://www.eurosurveillance.org>

Testez vos connaissances !

1. Vrai ou faux

- a) On peut mourir du tétanos **V - F**
- b) Le tétanos est contagieux **V - F**
- c) Le tétanos est causé par un virus **V - F**
- d) Un antibiotique augmente le nombre d'anticorps **V - F**
- e) La bactérie responsable du tétanos s'attaque au système nerveux et aux muscles **V - F**

2. QCM

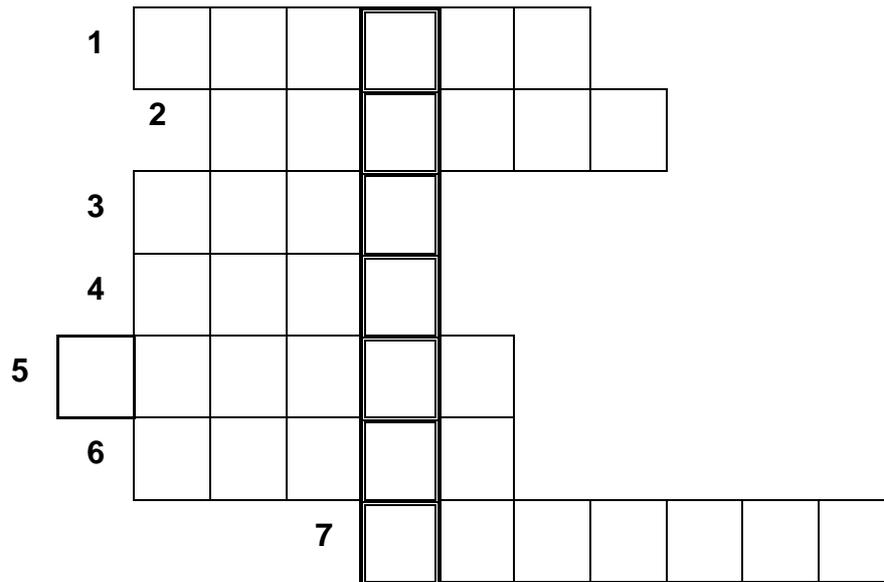
- a) Qu'est ce qu'une anatoxine ?
 - 1. Une toxine qui a perdu son pouvoir pathogène.
 - 2. Une molécule qui ressemble à une toxine.
 - 3. Un médicament qui supprime les toxines dans l'organisme.
 - 4. Une toxine très dangereuse.
- b) Lequel de ces traitements ne permet pas de contrer le tétanos ?
 - 1. Les antibiotiques
 - 2. Le vaccin
 - 3. L'homéopathie
 - 4. Le sérum
- c) Quelle est l'origine du sérum antitétanique ?
 - 1. Humaine
 - 2. Extraterrestre
 - 3. Végétale
 - 4. Animale
- d) Quel est le but du vaccin ?
 - 1. Stimuler les défenses naturelles de l'organisme
 - 2. Agir directement sur les bactéries
 - 3. Immuniser les cellules contre les bactéries
 - 4. Empêcher les bactéries de pénétrer dans l'organisme

- e) Que contient le sérum antitétanique ?
- 1. Du désinfectant
 - 2. Des anticorps
 - 3. Des anatoxines
 - 4. Du métronidazole
- f) Laquelle de ces actions n'est pas utile à la prévention contre le tétanos ?
- 1. Etre vacciné contre le tétanos
 - 2. Bien nettoyer et désinfecter les plaies
 - 3. Couvrir la plaie
 - 4. Pratiquer une excision de +/- 1cm sur les berges de la plaie
- g) Comment agit un antibiotique ?
- 1. Il tue les bactéries
 - 2. Il arrête l'effet des toxines
 - 3. Il demande au corps de produire des anticorps
 - 4. Il contient des anticorps
- h) Quelles cellules du sang produisent les anticorps ?
- 1. Les globules rouges
 - 2. Les lymphocytes
 - 3. Les plaquettes
 - 4. Ils ne sont pas produits par des cellules sanguines
- i) Pourquoi le sérum ne remplace-t-il pas le vaccin ?
- 1. Parce qu'il n'est pas injecté dans l'organisme
 - 2. Parce qu'il ne stimule pas le corps à produire des anticorps.
 - 3. Parce que son mode de protection est différent
 - 4. Parce que les anticorps ne sont pas d'origine humaine

3. Questions ouvertes pour aller plus loin...

- a) Quel est le traitement appliqué pour obtenir l'anatoxine tétanique ?
- b) Qu'est-ce que l'opisthotonos
- c) Quel est l'autre nom de *Clostridium tetani* ?
- d) Quels sont les neurotransmetteurs bloqués par l'action de la tétanospamine ?
- e) Quels sont les autres bactéries et parasites contre lesquels le métronidazole est efficace ?

3. Mots croisés II



1. Reporter connu dans le monde entier accompagné d'un capitaine désorienté.
2. Personnage gaulois reconnu pour sa force; maître d'Idéfix.
3. Petit garçon vivant à Springfield; Fils d'Homer.
4. Exploratrice toujours à l'aventure avec son ami Babouche.
5. Footballeur français à la retraite; maillot n° 10.
6. Chien de mon premier.
7. Il est à la recherche des 7 boules de cristal.

4. Charades

- 1) Mon premier est une lettre grecque, mon second est la 14^{ème} lettre de l'alphabet, mon troisième est long et calcifié et mon tout forme une maladie qui peut être mortelle.
- 2) Mon premier est la carte la plus forte dans un jeu de carte et possède le plus petit chiffre de celui-ci, mon deuxième est la position du garde-à-vous, mon troisième est un objet ou outil qui sert à couper du bois et mon tout est un symptôme grave du tétanos.
- 3) Mon premier est ce que l'on cherche lorsque l'on effectue une pression sur l'avant-bras ou dans le cou, mon deuxième est un adjectif possessif et mon tout est un organe du corps humain.
- 4) Mon premier est un lieu de jeux de sable pour les plus petits, mon deuxième se boit à 17h en Angleterre, mon troisième peut être au lait ou cantonais et mon tout est une sorte de micro-organisme.

5. Mots cachés

V	E	A	M	U	S	C	L	E
E	A	I	O	I	N	C	R	D
U	U	F	R	T	E	R	R	E
Q	E	A	T	E	I	A	L	P
I	N	F	E	C	T	I	O	N
X	I	R	L	L	E	C	K	T
O	C	I	L	E	T	A	A	N
T	C	Q	E	R	T	T	A	B
O	A	U	L	C	E	R	E	S
S	V	E	R	U	L	U	R	B

Afrique	Muscle
Bactérie	OK
Battre	Plaie
Brûlure	Tard
Eau	Terre
Fou	Toxique
Infection	Ulcères
Mortelle	Vaccin

6. Sudoku

4	3			8				
		8			3		6	1
			5		2		3	
	4	2	1			8		
	7		8				1	
		6	4	5			2	7
		7				6		5
		9		1				
2			7	6	8		9	

Pour compléter cette phrase, multipliez les trois cases colorés :

On estime à environ $\times 10^4$, le nombre de nouveau-nés dans le monde qui meurent chaque année de tétanos néonatal.

7. Rebus



