

## > SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Mettre en œuvre son enseignement dans la classe

Thème 3 : le corps humain et la santé

### Une association entre l'usage de cannabis et le développement de psychoses a été suspectée depuis longtemps.

#### Documents élèves et progression pédagogique

Les documents et activités présentés ici ont pour but d'atteindre les objectifs suivants du programme :

- le cerveau est un centre nerveux qui analyse des messages nerveux sensitifs et élabore des réponses ;
- la perception et l'élaboration d'une réponse supposent des communications au sein d'un réseau de cellules nerveuses ;
- la consommation de certaines substances peut provoquer des modifications du système nerveux et perturber son bon fonctionnement.

Pour chaque activité, différents niveaux de maîtrise par les élèves sont proposés afin d'envisager une pédagogie différenciée ([voir document des intentions pédagogiques](#)).

#### Point de départ

Une association entre l'usage de cannabis et le développement de psychoses a été suspectée depuis longtemps. Les rapports anecdotiques de cas d'altération du comportement suite à l'usage du cannabis sont nombreux et intéressants pour permettre aux élèves de se faire une première idée des conséquences du cannabis sur le système nerveux, d'arriver à des questionnements et de formuler des hypothèses. Cependant, au lieu de présenter un rapport de ces cas, la projection de témoignages de personnes qui ont réussi à arrêter d'en prendre pourrait être plus éloquente. L'existence de ces nombreux rapports pourrait toutefois être mentionnée.

## Imaginer des corrélations grâce aux données épidémiologiques (doc.1)

Il est possible de conclure à partir d'observations de témoignages de personnes qui ont fait usage de cannabis et que les substances qui le composent ont un effet sur la perception et la coordination des tâches motrices ainsi qu'une perte progressive de contact avec la réalité. Les élèves seront donc amenés à s'interroger sur l'existence d'un lien entre l'usage de cette drogue et le développement d'une maladie affectant le système nerveux.

Il serait judicieux à ce moment de la réflexion de bien indiquer qu'un seul témoignage ne peut pas permettre d'établir un fait scientifique

### Activité

- **Niveau proposé** : le document peut être abordé en classe de 5<sup>e</sup> en ayant conscience que le développement du jugement peut difficilement être atteint à ce niveau.
- **Durée estimée** : 30 minutes d'activité en groupes.
- **Objectif** : imaginer une corrélation entre usage de cannabis et développement d'une schizophrénie.

### Doc. 1 A – Des données statistiques au sujet de la schizophrénie dans les populations ayant consommé ou non du cannabis

	NOMBRE DE PERSONNES CONCERNÉES	NOMBRE DE CAS DE SCHIZOPHRÉNIE
N'ayant jamais consommé de cannabis durant l'adolescence	37 328	255
Ayant consommé du cannabis	4 615	67
Ayant consommé plus de 50 fois du cannabis durant l'adolescence	767	32

*Cannabis, schizophrenia and other non-affective psychoses: 35 years of follow-up of a population-based cohort*  
E. Manrique-Garcia, S. Zammit, C. Dalman, T. Hemmingsson, S. Andreasson and P. Allebeck  
*Psychological Medicine*, 30 août 2011

### Doc. 1 B – Des données statistiques au sujet de la schizophrénie dans des populations saines et consommant du cannabis

ÉTUDE	TAILLE DE L'ÉCHANTILLON	FACTEURS PRIS EN COMPTE	PÉRIODE / DURÉE	MODALITÉS DE RENSEIGNEMENT	RÉSULTATS
1	45 570	Usage de cannabis de façon fréquente, occasionnelle ou non, développement d'une maladie psychiatrique au cours de la vie, usage de drogues inhalées, séparation parentale.	15 ans Questionnaires et interviews par un psychiatre en 1969 et 1970. Suivi de 1970 à 1984.	Questionnaire de service militaire pour les hommes suédois âgés de 18 ans, interview par un psychiatre, inscriptions sur le registre de l'hôpital national de Suède.	Ceux qui ont noté qu'ils ont consommé du cannabis entre 1 et 10 fois ont un risque relatif 1,5 fois plus élevé. Ceux qui ont noté qu'ils en ont consommé plus de 10 fois ont un risque relatif 2,3 fois plus élevé.

ÉTUDE	TAILLE DE L'ÉCHANTILLON	FACTEURS PRIS EN COMPTE	PÉRIODE / DURÉE	MODALITÉS DE RENSEIGNEMENT	RÉSULTATS
2	50 087	Usage de cannabis de façon fréquente, occasionnelle ou non, développement d'une maladie psychiatrique au cours de la vie, informations sur la famille, contexte social, comportement à l'adolescence, usage de drogues (types, fréquence, période).	35 ans Questionnaires et interviews par un psychiatre en 1969 et 1970. Suivi de 1970 à 2007.	Questionnaire de service militaire pour les hommes suédois âgés de 18 ans, interview par un psychiatre, inscriptions sur le registre de l'hôpital national de Suède.	Ceux qui ont noté qu'ils avaient consommé du cannabis : <ul style="list-style-type: none"> <li>• une fois ont un risque relatif 0,5 fois plus élevé,</li> <li>• entre 2 et 4 fois ont un risque relatif 1,4 fois plus élevé,</li> <li>• entre 11 et 50 fois dans leur vie ont un risque relatif 2,5 fois plus élevé,</li> <li>• plus de 50 fois ont un risque relatif 3,7 fois plus élevé de développer une schizophrénie.</li> </ul>
3	1 037	Usage de cannabis de façon fréquente, occasionnelle ou non, développement d'une maladie psychiatrique au cours de la vie.	15 ans Questionnaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>• à 11 ans au sujet de symptômes psychiatriques</li> <li>• sur l'usage de cannabis à 15 et 18 ans</li> </ul> Interview par un psychiatre à 26 ans.	Questionnaires et interview par un psychiatre.	En consommant du cannabis à l'âge de 15 ans, le risque est 4 fois plus élevé de développer un trouble schizophréniforme à 26 ans. Le risque est plus élevé que pour l'usage à 18 ans.
4	7 076	Usage de cannabis et de toute autre drogue de façon fréquente, occasionnelle ou non, développement d'une maladie psychiatrique à partir de la première interview.	Interviews téléphoniques à 3 moments de suivi (1996, 97 et 99).	Interviews téléphoniques (première par un personnel qui n'est pas issu du monde médical, deuxième et troisième par un clinicien).	Plus de 50 % des individus ayant des psychoses (10 cas ont été décelés ont consommé du cannabis.

1. Cannabis and schizophrenia. A longitudinal study of Swedish conscripts

Andreasson, S., Allebeck, P., Engstrom, A., Rydberg, U.

Lancet 2, 1987, 1483-1486

2. Cannabis, schizophrenia and other non-affective psychoses: 35 years of follow-up of a population-based cohort

E. Manrique-Garcia, S. Zammit, C. Dalman, T. Hemmingsson, S. Andreasson and P. Allebeck

Psychological Medicine, 30 août 2011

3. Cannabis use in adolescence and risk for adult psychosis: longitudinal prospective study

Arseneault, L., Cannon, M., Poulton, R., Murray, R., Caspi, A., Moffitt, T.E.

BMJ 325, 2002, 1212-1213

4. Cannabis use and psychosis: a longitudinal population-based study.

Van Os, J., Bak, M., Hanssen, M., Bijl, R.V., de Graaf, R., Verdoux, H.

Am. J. Epidemiol. 156, 2002, 319-327

**PROCEDURES A METTRE EN ŒUVRE POUR PARVENIR A DES CONCLUSIONS**

**Niveau 1 (doc. 1A)** : calculer des fréquences de la schizophrénie dans différentes populations, juger de l'importance de la fréquence par comparaison aux autres (ex : 255/37 328, la fréquence est faible ; 32/767, la fréquence est plus élevée).

**Niveau 2 (doc. 1A)** : comparer les fréquences (exemple : la fréquence est 6 fois plus élevée pour les populations ayant fait usage de cannabis).

**Niveau 3 (doc. 1A)** : imaginer une corrélation entre la maladie et l'usage de drogue grâce aux comparaisons (exemple : le risque d'être atteint de schizophrénie est environ 6 fois plus élevé lorsqu'on a consommé plus de 50 fois de cannabis lors de l'adolescence ; il est donc possible de proposer un lien entre usage de cannabis et développement d'une schizophrénie).

**Niveau 4 (doc. 1B)** : identifier les conditions de l'étude qui soutiennent la démarche comme le nombre de patients et la prise en compte dans les calculs de facteurs autres que l'usage de cannabis (l'étude n° 2 est celle qui obtient le niveau de preuve le plus élevé car l'échantillon étudié est assez grand et de nombreux facteurs ont été pris en compte dans l'étude).

## Réduire les biais grâce aux études expérimentales (doc.2 et 3)

En cinquième, les élèves ont donc pu imaginer une corrélation entre l'usage de drogues et le développement de maladies affectant la perception et la coordination.

Bien que pour les élèves, le hasard semble écarté dans la corrélation possible entre usage de cannabis et développement d'une schizophrénie, certains auront aussi pu se rendre compte qu'une étude épidémiologique ne suit malgré tout pas les principes déjà vus en sixième selon lesquels toute étude doit être monofactorielle.

La démarche expérimentale prend donc tout son sens. L'élève pourra retrouver dans les documents les conditions qu'imposent une telle démarche.

### Activité

- **Niveau proposé** : les documents peuvent être abordés dès la 5<sup>e</sup>.
- **Durée estimée** : 30 minutes d'activité en groupes.
- **Objectif** : mettre en évidence que le cannabis peut modifier l'activité électrique au niveau du crâne de façon similaire à la schizophrénie.

### Doc. 2 – L'électroencéphalographie, un outil pour décrire la schizophrénie

#### Méthodes d'étude



[Source](#)

L'électroencéphalographie est une méthode qui mesure l'activité électrique du cerveau par des électrodes placées sur le cuir chevelu.

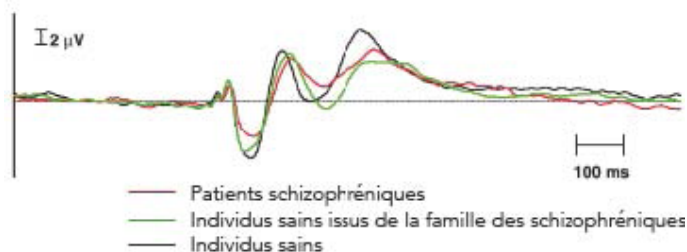
Dans le cas de stimulations pour lesquelles les sujets ne sont pas familiers, il y a une variation de l'activité cérébrale environ 300 ms après la présentation de la stimulation.

Dans l'étude décrite ici, un sujet doit appuyer sur un bouton lorsqu'il entend une sonorité particulière émise au cours d'une séquence répétitive (environ 20 % des sonorités émises ont une fréquence ou une durée différente).

Dans cette étude, on a réalisé des électroencéphalographies pour 30 patients schizophréniques, 40 individus sains issus de la famille des patients et 40 individus sains (contrôles).

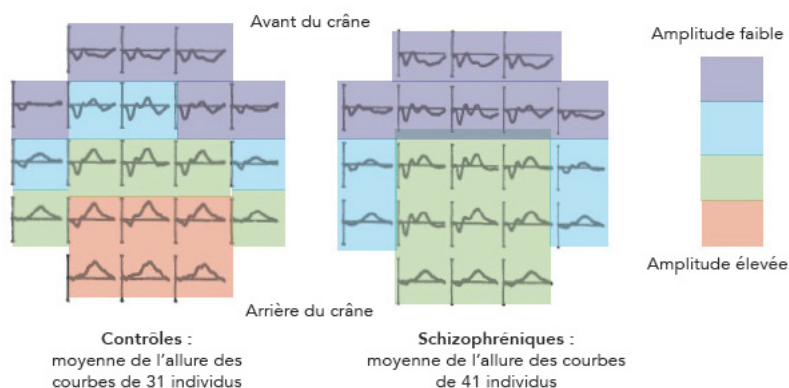
### Résultats de l'étude

Une moyenne des électroencéphalogrammes est présentée ici. Il est possible d'observer qu'il y a une tendance à la diminution de l'amplitude des ondes mesurées 300 ms après la stimulation chez les patients schizophrènes et les membres de leur famille.



*Is the P300 wave an endophenotype for schizophrenia? A meta-analysis and a family study*  
Elvira Bramon, Colm McDonald, Rodney J. Croft, Sabine Landau, Francesca Filbey, John H. Gruzellier, Pak C. Sham, Sophia Frangou, and Robin M. Murray  
*NeuroImage* 27 (2005) 960 – 968

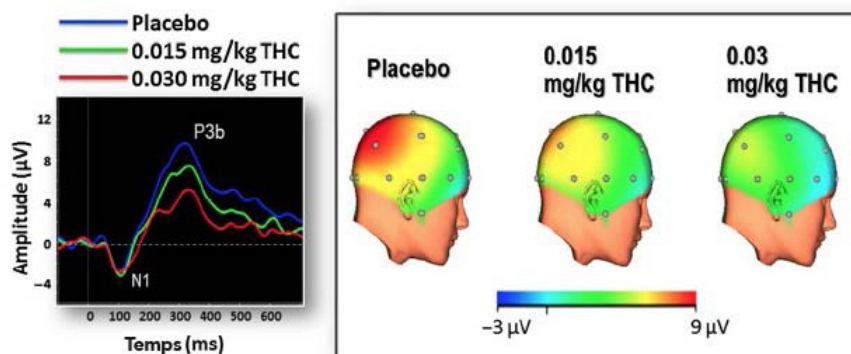
Une autre étude a permis de constater que la diminution était plus forte au niveau des électrodes de l'arrière du crâne (voir figures ci-dessous).



*P300 in Schizophrenia: Interactions between Amplitudes and Topography*  
Werner Konrad Stak, Thomas Dierks, Ernst Franzek, Oerald Stöber and Konrad Maurer  
*BIOLPSYCHIATRY* 1994;35:850-856

**Doc. 3 – L'électroencéphalographie pour décrire les effets du cannabis sur le cerveau****Méthodes d'étude**

26 sujets volontaires sains ont été testés pour vérifier l'absence de problèmes psychiatriques et de dépendance à d'autres drogues que le tabac et le cannabis. Ils ont reçu des injections intraveineuses de placebo puis des concentrations croissantes de la substance formée à la suite de la consommation de cannabis (THC). Chaque individu a reçu les injections dans des ordres aléatoires en double aveugle (le patient et l'examineur ne sont pas au courant de la nature des injections réalisées).

**Résultats de l'étude**

On a obtenu des électroencéphalogrammes de ces individus afin de mesurer l'amplitude des ondes mesurées 300 ms après la stimulation (les mesures sont présentées dans le graphique et sur des schémas où les couleurs chaudes indiquent une amplitude élevée et les couleurs froides des valeurs faibles).

On constate que l'amplitude des ondes diminue plus la dose de THC est élevée. La diminution est plus marquée à l'arrière du crâne.

Article original :

*Dose-Related Modulation of Event-Related Potentials to Novel and Target Stimuli by Intravenous D9-THC in Humans*  
Deepak Cyril D'Souza, Daniel J Fridberg, Patrick D Skosnik, Ashley Williams, Brian Roach, Nagendra Singh, Michelle Carbuto, Jacqueline Elander, Ashley Schnakenberg, Brian Pittman, R Andrew Sewell, Mohini Ranganathan and Daniel Mathalon  
*Neuropsychopharmacology* (2012) 37, 1632-1646

Figure :

*The Effects of Drug Abuse on the Human Nervous System*  
Bertha Madras and Michael Kuhar  
2014 Elsevier

**PROCÉDURES A METTRE EN ŒUVRE POUR PARVENIR A DES CONCLUSIONS**

**Niveau 1** : reconnaissance dans le document d'une démarche expérimentale (expériences témoin et test, étude mono-factorielle : sain / schizophrénique ou placebo / THC, reproductibilité des résultats : nombreux patients testés, différences significatives au niveau des résultats : différences entre courbes), ceci permettant de prendre en compte les conclusions des études (la diminution de l'amplitude des ondes 300 ms après la stimulation est plus marquée si on est schizophrénique ou si on a injecté du THC).

**Niveau 2** : reconnaissance d'un effet dose-réponse (plus on injecte de THC et plus l'activité électrique s'en trouve modifiée).

**Niveau 3** : mise en relation des deux documents (les modifications de l'activité électrique mesurée sont similaires et concernent l'arrière du crâne, le THC a donc un effet similaire à la schizophrénie).



## Déterminer un mécanisme biologique pour valider les hypothèses

### 3a. L'anatomie du système nerveux (doc. 4)

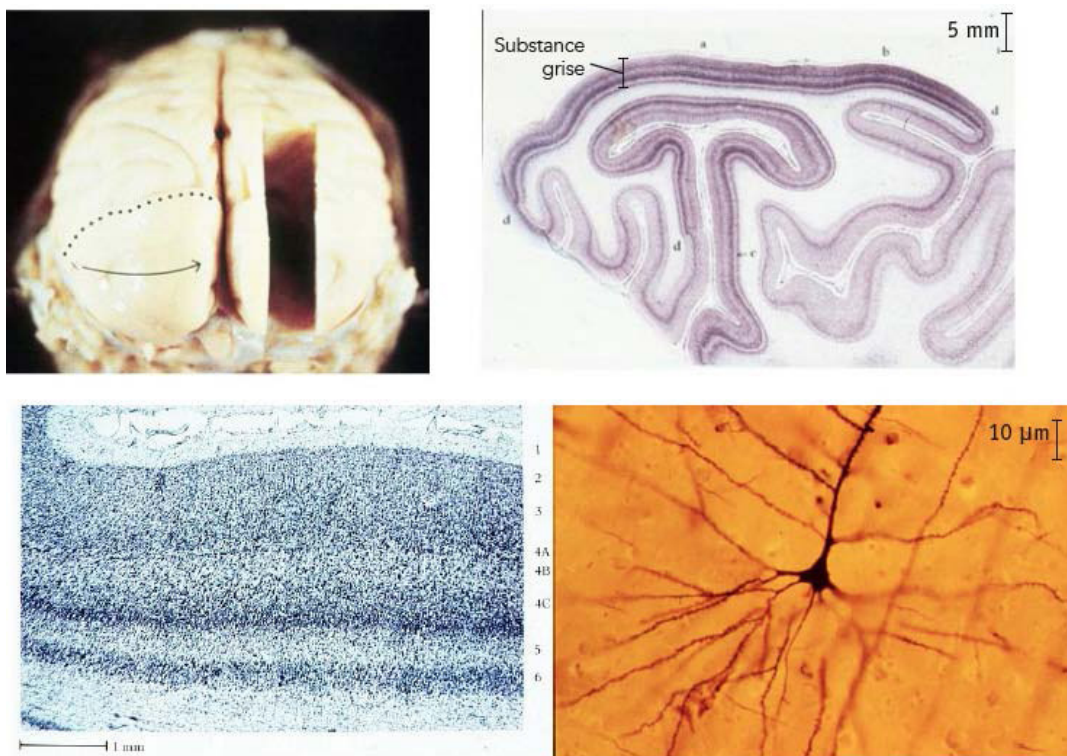
Les élèves ont pu constater que l'activité électrique mesurée au niveau du crâne est modifiée chez des individus qui ont des troubles de la perception et de la coordination. Ils peuvent donc imaginer que le cerveau intervient dans ces tâches et qu'il s'agit de cet organe qui subit des altérations en faisant usage de cannabis.

Une étude du système nerveux de la grenouille (grâce à des dissections) permettrait de constater que le cerveau est relié aux organes des sens et des muscles par les nerfs et la moelle épinière.

Des observations au microscope de préparations de moelle épinière et de nerfs permettraient de se rendre compte que les nerfs sont des paquets de fibres nerveuses qui sont le prolongement de neurones.

Le document 4 proposé ici n'est qu'une illustration visant à permettre de comprendre les différentes échelles d'observation et de constater que les neurones vus au niveau de la moelle sont également présents au niveau du cerveau.

#### Doc. 4 – La substance grise à différentes échelles



[Source](#)

Retrouvez Éduscol sur



### 3b. La communication nerveuse (doc. 5)

À ce niveau les élèves ont pu comprendre que le système nerveux est constitué de neurones dont les prolongements peuvent constituer des fibres nerveuses. Mais l'activité électrique vue sur les électroencéphalogrammes n'a pas été expliquée.

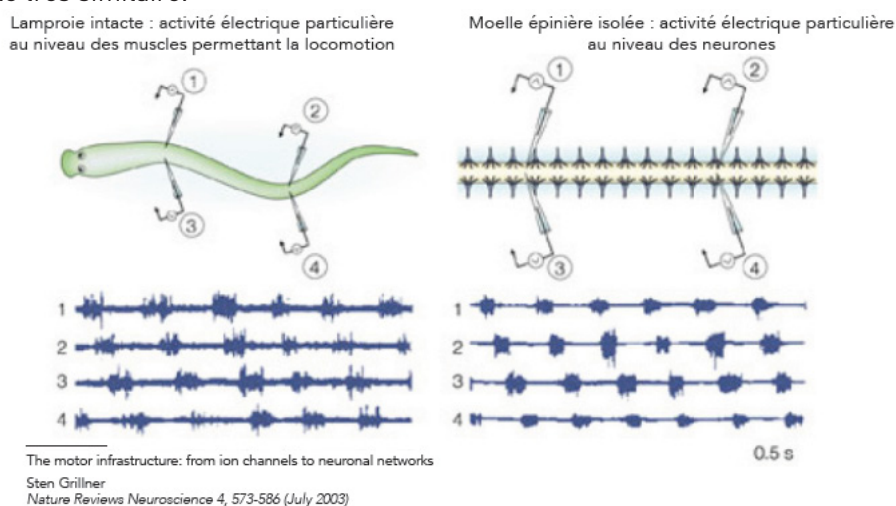
L'exemple de la lamproie permettra aux élèves de proposer des mécanismes de communication entre neurones.

#### Activité

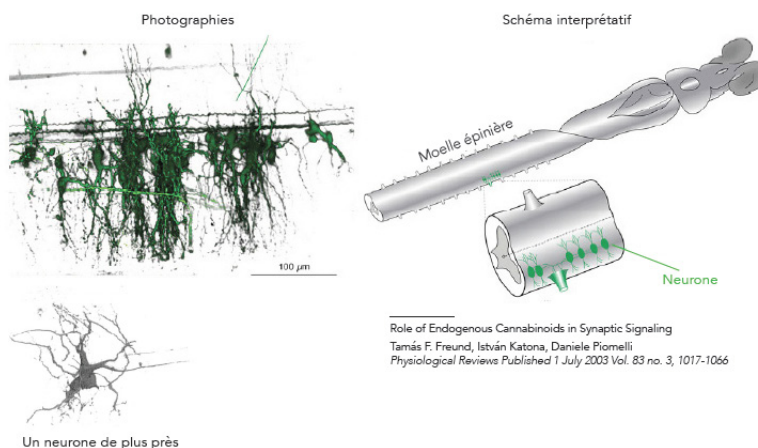
- **Niveau proposé** : l'activité peut être abordée dès la 4<sup>e</sup>.
- **Durée estimée** : 1h40 d'activité en groupes.
- **Objectif** : mettre en évidence que le cannabis peut modifier l'activité électrique au niveau du crâne de façon similaire à la schizophrénie.

#### Doc. 5 – Le lien entre structure et fonction de la moelle épinière de lamproie

On a enregistré les potentiels électriques de la moelle épinière à différents niveaux d'une lamproie lorsqu'elle nage. Lorsque la moelle est isolée, on retrouve une activité électrique alternante très similaire.



L'observation de la moelle grâce à l'injection de marqueurs fluorescents spécifiques de certains neurones permet de constater que les neurones et leurs prolongements forment un réseau où les cellules seraient susceptibles de communiquer et de coordonner l'activité musculaire.



Role of Endogenous Cannabinoids in Synaptic Signaling  
Tamás F. Freund, István Katona, Daniele Piomelli  
*Physiological Reviews* Published 1 July 2003 Vol. 83 no. 3, 1017-1066

Quantitative Investigation of Calcium Signals for Locomotor Pattern Generation in the Lamprey Spinal Cord  
Gonzalo Viana Di Prisco and Simon Alford  
*J Neurophysiol* 92: 1796-1806, 2004

Retrouvez Éduscol sur





**PROCEDURES A METTRE EN ŒUVRE POUR PARVENIR A DES CONCLUSIONS**

**Niveau 1** : proposer un lien entre activité électrique des muscles et de la moelle épinière (l'activité électrique au niveau des neurones est similaire à celle des muscles, le fonctionnement des muscles est peut-être dicté par l'activité électrique des neurones de la moelle).

**Niveau 2** : l'organisation en réseau des neurones (également vue au niveau de la moelle épinière de grenouille) permet peut-être une communication entre eux.

**3c. Les effets du cannabis sur la communication nerveuse (doc. 6 à 8)**

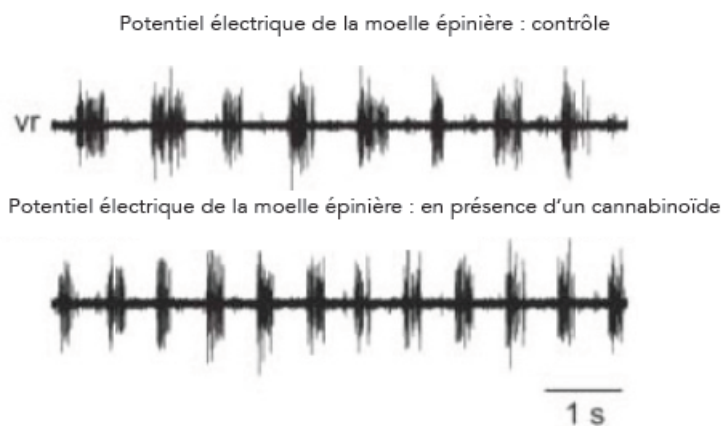
La communication entre neurones et la nature en partie électrique des messages a été vue dans l'activité précédente. Le lien entre l'usage d'une substance chimique et une perturbation de l'activité électrique du cerveau reste à expliquer.

La suite de la démarche nécessite d'expliquer aux élèves de façon simple ce qu'est un endocannabinoïde. Il s'agit de molécules proches de celles présentes dans le cannabis mais qui sont naturellement présentes dans l'organisme. Ces molécules sont présentes chez de nombreuses espèces.

Cette explication est indispensable afin que les élèves puissent arriver à proposer que l'usage de cannabis peut être assimilé à une surstimulation de certains éléments du système nerveux.

**Activité**

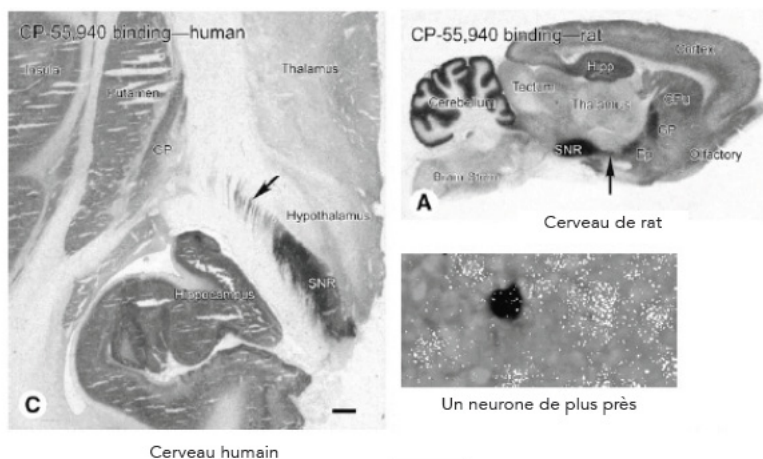
- **Niveau proposé** : l'activité peut être abordée dès la 4<sup>e</sup>.
- **Durée estimée** : 1h40 d'activité en groupes.
- **Objectif** : définir les effets du cannabis sur la communication entre neurones.

**Doc. 6 – L'effet sur l'activité électrique au niveau de la moelle d'une lamproie de l'application d'un endocannabinoïde**

Neuromodulation via Conditional Release of Endocannabinoids in the Spinal Locomotor Network  
 Petronella Kettunen, Alexandros Kyriakatos, Kristofer Halle, and Abdeljabbar El Manira  
*Neuron*, Vol. 45, 95–104, January 6, 2005

**Doc. 7 – L'utilisation d'un cannabinoïde marqué pour localiser les cibles du cannabis dans le cerveau du rat et de l'humain**

L'application d'un cannabinoïde marqué (identifiable par une couleur foncée) sur les cerveaux de rat et d'humain permet de mettre en évidence que la cible de ces substances se situe au niveau des neurones de certaines zones du cerveau.



Role of Endogenous Cannabinoids in Synaptic Signaling  
Tama S F, Freund, Istva N Katona, Daniele Piomelli  
*Physiol Rev* • VOL 83 • JULY 2003

**PROCÉDURES A METTRE EN ŒUVRE POUR PARVENIR A DES CONCLUSIONS**

**Niveau 1 (doc. 6) :** comparer l'activité électrique de la moëlle épinière d'une lamproie avec et sans endocannabinoïde, mettre en évidence une modification de l'activité électrique de la moëlle épinière de lamproie suite à l'application d'un endocanna-binoïde.

**Niveau 2 (doc. 7) :** mettre en évidence que les neurones sont les cibles de ces substances.

**Niveau 3 (doc. 6 et 7) :** reconnaissance d'un mécanisme de modulation chimique de l'activité électrique de la moëlle épinière/du cerveau/des neurones chez la lamproie/les rats/les humains.

**Niveau 4 (doc. 6 et 7) :** mise en relation du mécanisme de modulation chimique avec les effets possibles du cannabis (l'usage de cannabis pourrait correspondre à une situation de surstimulation d'un système qui permet de moduler la communication nerveuse).

**3d. Établir la temporalité des effets afin d'envisager des comportements en matière de santé (doc. 8 à 10)**

Les élèves ont pu mettre en évidence l'existence d'un mécanisme biologique (la communication entre neurones) pouvant être perturbé par des substances chimiques comme celles présentes dans le cannabis.

Afin de permettre aux élèves d'établir la temporalité de la mise en place de la schizophrénie et de proposer des comportements en matière de santé, il reste à déterminer les étapes de fonctionnement du système nerveux qui seraient les plus sensibles à l'usage de cannabis.

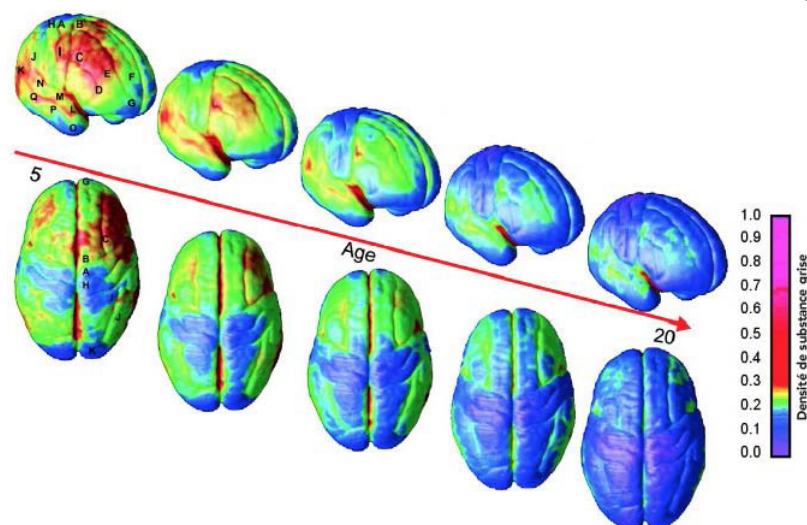
## Activité

- **Niveau proposé** : l'activité peut être abordée dès la 4<sup>e</sup>.
- **Durée estimée** : 30 minutes d'activité en groupes.
- **Objectif** : définir les effets du cannabis sur la communication entre neurones. Mettre en évidence que l'adolescence est une période critique du développement neuronal et que des politiques de prévention doivent être envisagées à ce moment.

### Doc. 8 – L'évolution de la densité de substance grise entre 5 et 20 ans

#### Méthodes d'étude

13 enfants en bonne santé ont été suivis entre 4 et 21 ans en réalisant des IRM tous les 2 ans. L'IRM permet d'obtenir indirectement une estimation de la densité de substance grise.



*Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood*  
Nitin Gogtay, Jay N. Giedd, Leslie Lusk, Kiralee M. Hayashi, Deanna Greenstein, A. Catherine Vaituzis, Tom F. Nugent, David H. Herman, Liv S. Clasen, Arthur W. Toga, Judith L. Rapoport and Paul M. Thompson  
*Mol Pharmacol* 66:204–208, 2004

#### Résultats de l'étude

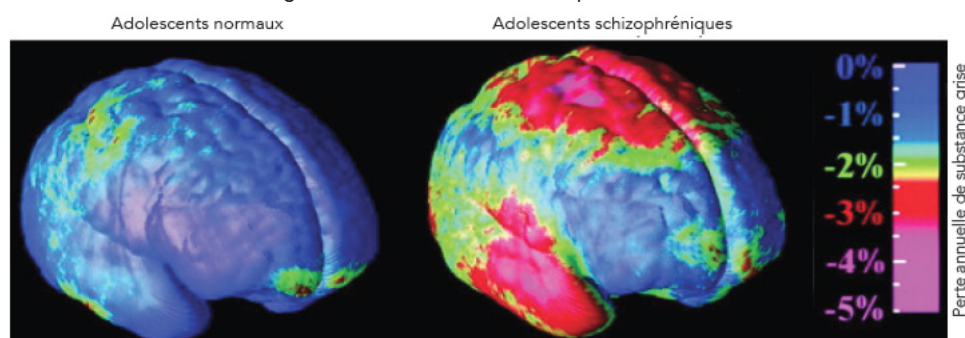
La densité de substance grise diminue avec l'âge et plus particulièrement à l'adolescence.

### Doc. 9 – La Perte annuelle moyenne de substance grise chez un adolescent normal et chez un adolescent schizophrénique

#### Méthodes d'étude

Des IRM ont été réalisées chez 12 individus schizophréniques et 12 individus sains tous les 2, 3 ans.

Des mesures de la substance grise ont été calculées à partir des IRM.



*Mapping adolescent brain change reveals dynamic wave of accelerated gray matter loss in very early-onset schizophrenia.*  
Thompson PM, Vidal C, Giedd JN, Gochman P, Blumenthal J, Nicolson R, Toga AW, Rapoport JL  
*PNAS* vol. 98 no. 20, 11650–11655 (16 mai 2001)

Retrouvez Éduscol sur



## Résultats

Les adolescents schizophréniques ont subi au cours de l'adolescence des pertes de substance grise plus importantes que les adolescents normaux.

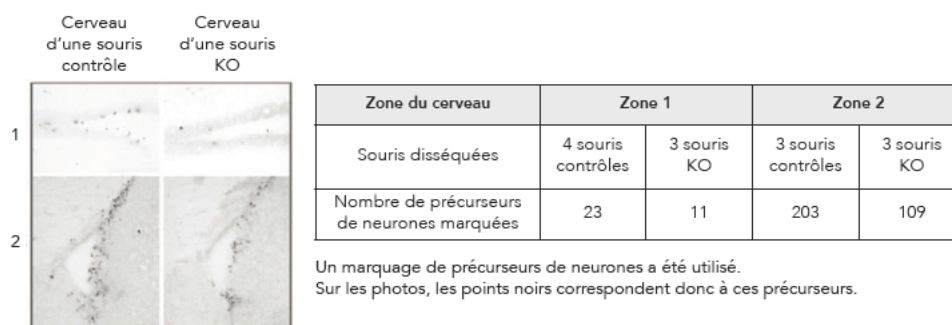
## Autres résultats

On a constaté dans une autre étude que chez 16 adolescents consommant du cannabis, le volume de substance grise était plus faible que chez 51 adolescents ne consommant pas de cannabis.

*Parietal lobe volume deficits in adolescents with schizophrenia and adolescents with cannabis use disorders*  
Kumra, S., Robinson, P., Tambyraja, R., Jensen, D., Schimunek, C., Houry, A., Reis, T., Lim, K.  
*J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 51, 171–180 (2012)

## Doc. 10 – L'effet de la suppression de la cible des cannabinoïdes sur le développement du cerveau des souris

Il est possible d'inactiver un gène chez les souris. On parle alors de souris knock out (KO). Dans les expériences qui suivent, on a supprimé le gène qui permet de former la cible des cannabinoïdes. Sans cet élément, on constate qu'il y a moins de précurseurs de neurones dans le cerveau. La cible des cannabinoïdes intervient donc dans la multiplication des cellules du cerveau.



Defective Adult Neurogenesis in CB1 Cannabinoid Receptor Knockout Mice  
Kunlin Jin, Lin Xie, Sun Hee Kim, Sophie Parmentier-Batteur, Yunjuan Sun, Xiao Ou Mao, Jocelyn Childs and David A. Greenberg  
*Mol Pharmacol* 66:204–208, 2004

### PROCÉDURES A METTRE EN ŒUVRE POUR PARVENIR A DES CONCLUSIONS

**Niveau 1 (doc. 8 et 9) :** mettre en évidence que la densité de substance grise diminue fortement à l'adolescence. Mettre en évidence que la densité de substance grise a diminué plus fortement à l'adolescence chez les individus schizophréniques.

**Niveau 2 (doc. 10) :** mettre en relation l'absence du gène CB1 et la diminution du taux de multiplication des précurseurs de neurones chez la souris.

**Niveau 3 (doc. 10) :** mettre en relation l'usage de cannabis avec une modification de la régulation du nombre de cellules nerveuses.

### Conclusion quant à la démarche proposée

- Le cerveau est un centre nerveux qui analyse des messages nerveux sensitifs et élabore des réponses.
- La perception et l'élaboration d'une réponse supposent des communications au sein d'un réseau de cellules nerveuses.
- La consommation de certaines substances peut provoquer des modifications du système nerveux et perturber son bon fonctionnement.

Les différentes activités ont permis de mettre en évidence :

**Activité 1** : un lien possible entre usage de cannabis et développement d'une schizophrénie.

**Activité 2** : un effet d'un des constituants du cannabis sur l'activité électrique au niveau du crâne.

**Activité 3** : un lien nerveux entre les organes percevant des stimulations et les organes élaborant des réponses.

**Activité 4** : une organisation en réseau des neurones intervenant dans les communications.

**Activité 5** : une modification de l'activité du système nerveux (moëlle épinière) suite à l'application de cannabinoïdes.

**Activité 6** : que des substances chimiques (endocannabinoïdes) agissent sur des cibles présentes sur les neurones et que la consommation de drogues ayant des caractéristiques similaires (cannabis) peuvent perturber le développement du système nerveux à l'adolescence.

Les objectifs du programme peuvent donc être atteints à l'aide des activités proposées.