

SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

Durée : 3 h 30

Partie GÉOLOGIE

Durée indicative : 1 heure 45

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve.

En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le chef de centre qui vérifiera et éventuellement remplacera son sujet.

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1 à 7 et une annexe au format A3, à rendre avec la copie.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Quelques aspects de la géologie du Japon

Le Japon fait partie de la ceinture de feu du Pacifique, une zone connue pour son activité volcanique et sismique. L'objectif est de caractériser le contexte géodynamique et d'évaluer les risques dans cette région.

Ce sujet comprend 4 parties.

- Le candidat s'appuiera essentiellement sur une analyse des documents pour répondre aux questions posées.
- La concision des réponses et l'exploitation des documents sans paraphrase seront valorisées.
- Vous ne rédigerez ni introduction, ni conclusion générales.
- Les **numéros des documents** étudiés et les **numéros des questions** seront clairement indiqués dans les réponses.

Références bibliographiques

Encyclopedia of Marine Geosciences, Springer

Sugimoto T et al (2005), Geochemical Journal (39), 241-256

Itaya T et al (1991), Mineralogical Journal (25) 203-221

Bureau des statistiques du Japon www.stats.go.jp, recensement de 2009

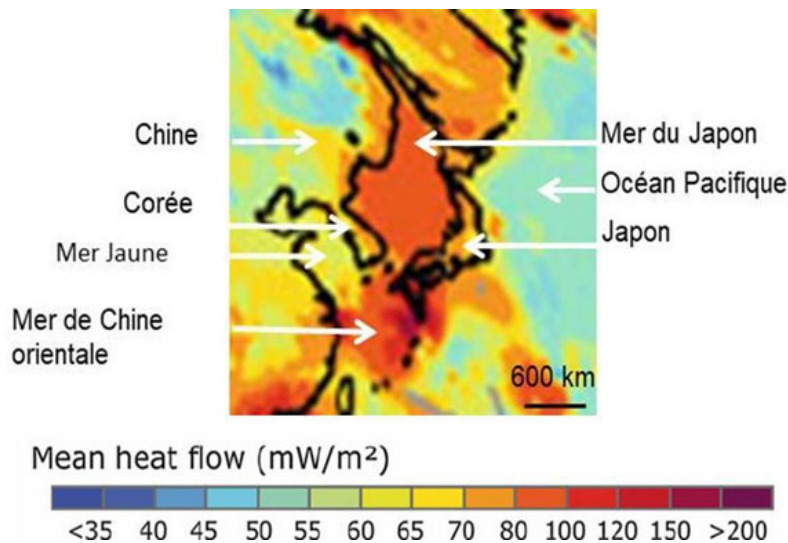
Geological Survey of Japan

Japan Seismic Hazard Information Station

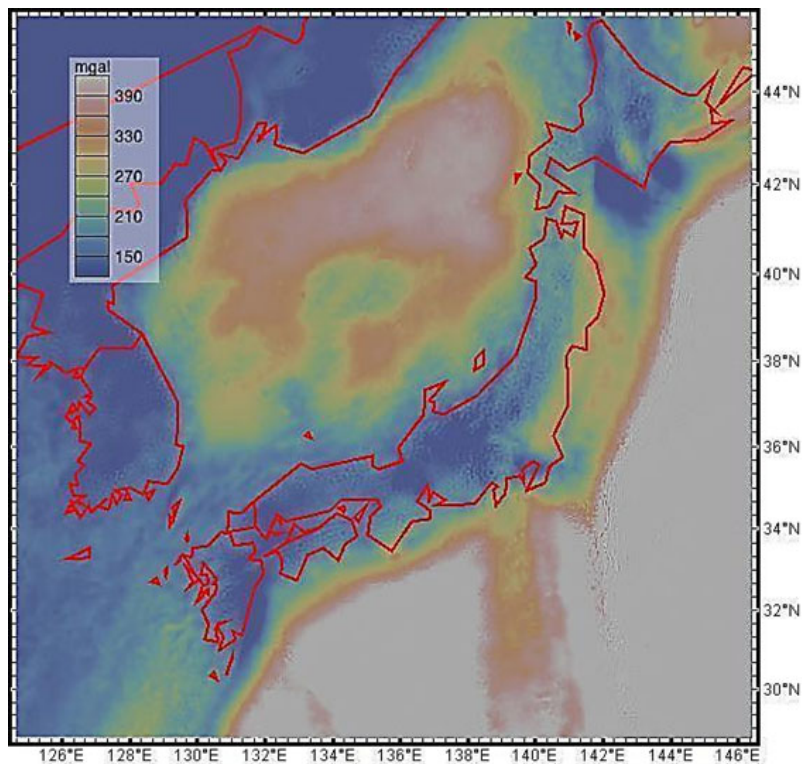
Partie 1 : Le contexte géodynamique du Japon

Du fait d'une forte densité de population et d'évènements sismiques et volcaniques fréquents, le Japon est une région très étudiée avec de nombreuses données géologiques.

Le document 1 présente quelques données géophysiques de la région du Japon.



Document 1-A : Carte du flux géothermique moyen au Japon et dans les environs



Document 1-B : Carte des anomalies gravimétriques de Bouguer

Question 1 : Rappeler comment est déterminé un flux géothermique.

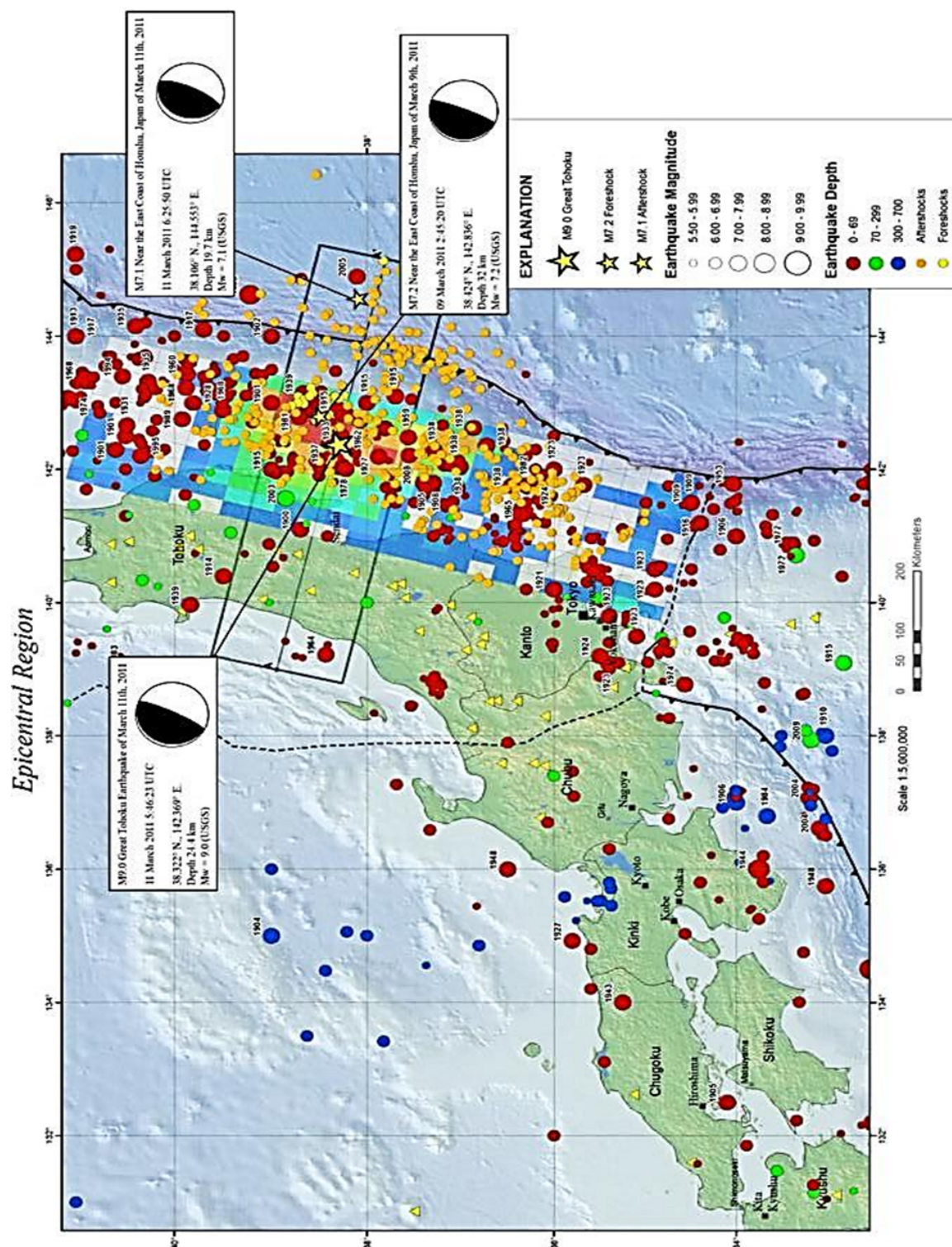
Question 2 : Rappeler ce qu'est une anomalie et **définir** ensuite une anomalie gravimétrique de Bouguer.

Question 3 : Interpréter les documents 1-A et 1-B.

Le 11 mars 2011, un séisme de magnitude 9 s'est produit sur la côte est d'Honshu, près de Fukushima. Ce séisme a été replacé sur une carte recensant l'ensemble des séismes de magnitude supérieure à 5 depuis le début du XX^e siècle.

Question 4 : Analyser le mécanisme au foyer du séisme de magnitude 9 du 11 mars 2011.

À partir des documents 1 et 2, **proposer** un contexte géodynamique pour le Japon.



Document 2 : Répartition des séismes de magnitude supérieure à 5 depuis 1901

Foreschock = avant le séisme Afterschock = réplique

Earthquake depth = profondeur du séisme

Partie 2 : Le magmatisme du Japon

De nombreux volcans sont observés au Japon et aux alentours.

Leur répartition est visible sur le document 3.



Document 3 : Carte des volcans actifs du Japon

Les étoiles signalent les volcans surveillés continuellement.

Question 5 : Décrire la répartition des volcans et, en lien avec les données des documents 1 et 2, **expliquer** l'origine de cette répartition.

Quelques caractéristiques du volcanisme japonais et des risques associés peuvent être illustrés en prenant l'exemple du Mont Unzen (document 4, page 3). La composition chimique de 7 échantillons issus des éruptions de 1991-1992 est également fournie (document 5, page 4).

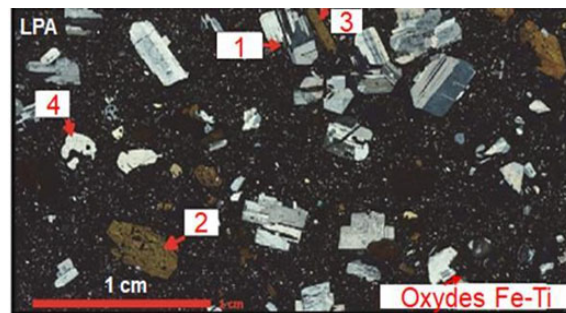
Question 6 : Décrire et **proposer** un nom pour l'échantillon proposé dans le document 4.

Question 7 : Compléter le diagramme TAS fourni à partir du document 5. **Comparer** ces résultats avec la conclusion précédente.

Question 8 : Ces données sont-elles en accord avec le contexte géodynamique proposé à la question 5 ? **Justifier** la réponse.



4a – Observation à l'œil nu



4b – Observation au microscope en lumière polarisée et analysée (LPA)

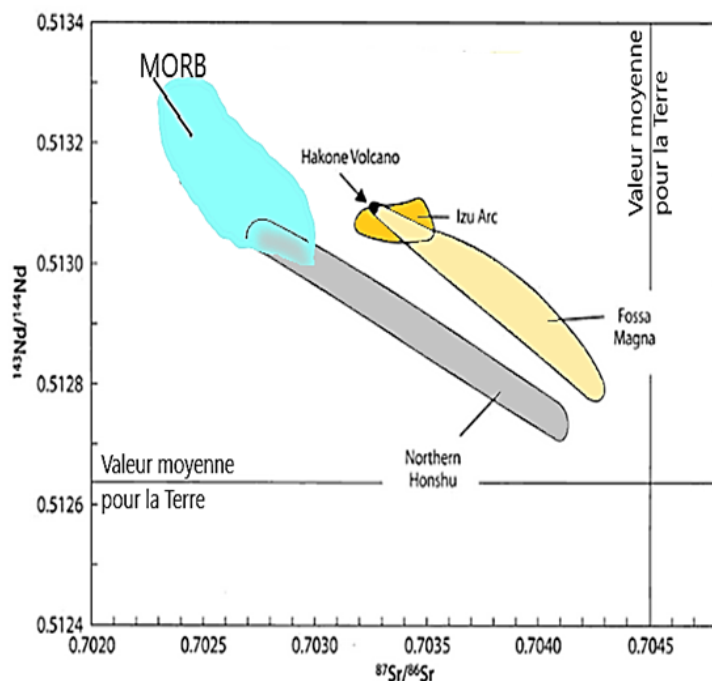
Document 4 (a et b) : Étude d'une roche formée lors de l'éruption du Mont Unzen de 1991-1992

	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	Ech 6	Ech 7
SiO ₂	60,22	60,65	61,7	62,92	64,15	64,96	66,79
TiO ₂	0,73	0,86	0,88	0,86	0,7	0,68	0,58
Al ₂ O ₃	17,13	16,3	16,91	16,47	15,67	15,78	15,52
FeO _{total}	5,59	6,32	5,26	5,68	4,94	4,5	3,81
CaO	7,52	6,37	5,92	4,68	5,1	4,84	4,21
MgO	4,19	3,89	3,2	3,05	2,82	2,64	2,1
MnO	0,16	0,15	0,13	0,14	0,13	0,12	0,12
K ₂ O	1,25	2,1	2,21	2,64	2,51	2,64	2,99
Na ₂ O	3,04	3,18	3,58	3,36	3,79	3,67	3,73
P ₂ O ₅	0,17	0,18	0,21	0,2	0,19	0,17	0,15

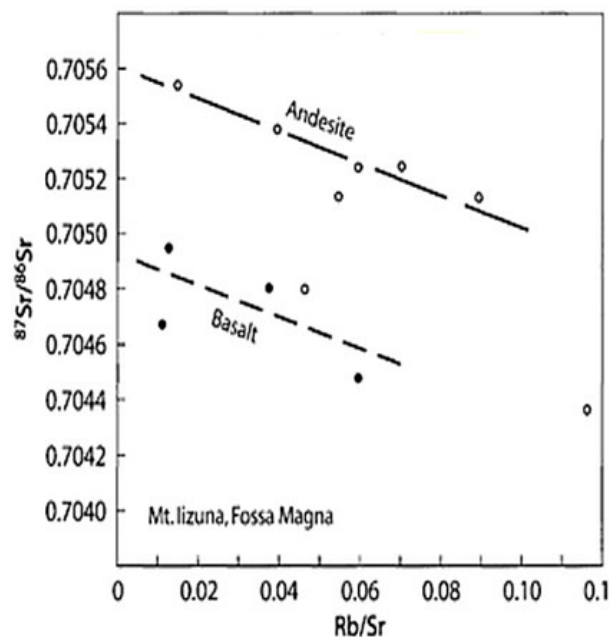
Document 5 : Composition chimique en pourcentage massique (éléments majeurs) d'échantillons (Ech.) de roches du Mont Unzen produites lors de l'éruption de 1991-1992

Afin de préciser l'origine du magma, les quantités de Néodyme et de Strontium ont été déterminées dans laves quaternaires de la région d'Honshu (document 6).

Dans la partie centrale de la région d'Honshu, nommé Fossa Magma, les teneurs en isotopes du strontium et en rubidium ont été déterminés pour les basaltes et les andésites (document 7 page 5).



Document 6 : Diagramme Nd-Sr de quelques roches volcaniques de la région de Honshu



Document 7 : Diagramme des rapports isotopiques en rubidium et en strontium de quelques laves de la région d'Honshu

Question 9 : Interpréter le document 6 et **conclure** sur l'origine du magmatisme de la région d'Honshu.

Le document 7 permet de réaliser une datation selon une méthode dite « isochrone ».

Le coefficient directeur de la droite de régression correspond à $\lambda \times t$ avec t l'âge en années et $\lambda = 1,42,10^{-11} \text{ an}^{-1}$.

Question 10 : Préciser en quoi les données sont surprenantes et **proposer** une hypothèse explicative.

L'âge de roches volcaniques du mont Aso a été déterminé par la méthode ^{40}K - ^{40}Ar .

Les résultats des dosages sont fournis dans le document 8.

Numéro d'échantillon	^{40}K (atomes/g)	^{40}Ar (atomes/g)
1	$4,49,10^{19}$	$3,11,10^{13}$
2	$2,3,10^{19}$	$1,9,10^{13}$

Document 8 : Dosage de quelques isotopes dans deux roches volcaniques du mont Aso

Question 11 : Rappeler l'équation reliant la quantité d'un élément fils à un instant t (noté $F(t)$) en fonction de la quantité initiale d'élément père F_0 et la quantité d'élément père à un instant T (noté $P(t)$)

Question 12 : En rappelant les approximations faites dans le cas de la datation par la méthode ^{40}K - ^{40}Ar , sachant que seul 10,5 % du potassium 40 se désintègre en argon 40 et que, compte tenu des petites quantités, $e^{\lambda \cdot t - 1} \approx \lambda \cdot t$, **donner** l'expression littérale de t en fonction de des quantités de ^{40}K et de ^{40}Ar .

Question 13 : Calculer un ordre de grandeur de l'âge de formation de la roche 1 (est-ce une roche de l'ordre du millier / million / dizaine de millions d'années... ?) Données : $\lambda = 5,5,10^{-11} \text{ an}^{-1}$.

Partie 3 : Les risques géologiques associés

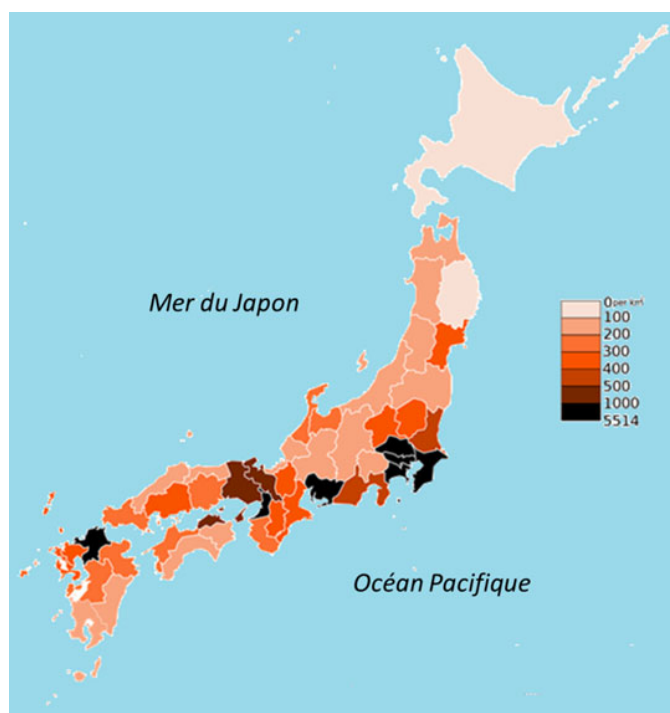
Question 14 : Définir un risque géologique.

Pour évaluer l'aléa dans un secteur géographique, plusieurs données sont intégrées.

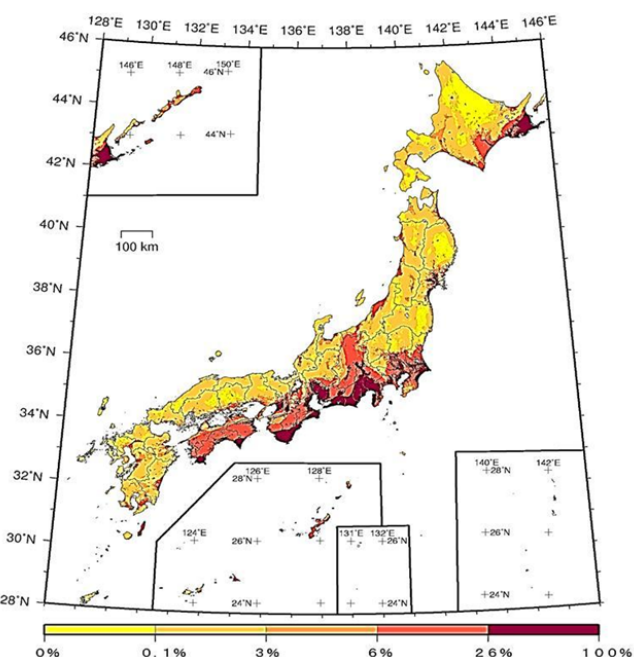
On évalue la sismicité actuelle en installant un réseau de sismomètres : en enregistrant tous les séismes même minimes, on peut estimer la magnitude maximale possible et la récurrence des séismes. Pour cela, des observations sur de très longues périodes sont nécessaires.

A défaut, on compile des données historiques, d'archéosismicité ou de paléosismicité.

On étudie la disposition de structures géologiques susceptibles de modifier localement l'amplitude des ondes. On parle alors d'« effets de site ».



Document 9-A : Carte de densité de population du Japon



Document 9-B : Carte de probabilité d'occurrence de séismes d'intensité VI (6) ou plus dans les trente ans à venir

Question 15 : Rappeler ce que représente l'intensité d'un séisme.

Question 16 : À partir des documents 3 et 9, évaluer les risques géologiques au Japon.

Partie 4 : Synthèse des données

Question 17 : Réaliser un schéma bilan présentant le contexte géodynamique et expliquant l'ensemble des données présentées dans les parties 1 et 2.

Fin du sujet de Géologie

SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

Durée : 3 h 30

Partie BIOLOGIE

Durée indicative : 1 heure 45

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve.

En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le chef de centre qui vérifiera et éventuellement remplacera son sujet.

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 8 à 15.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Quelques mécanismes et implications physiologiques de la mort cellulaire

Ce sujet comprend 2 parties indépendantes.

- Le candidat s'appuiera essentiellement sur une analyse des documents pour répondre aux questions posées.
- La concision des réponses et l'exploitation des documents sans paraphrase seront valorisées.
- Vous ne rédigerez ni introduction, ni conclusion générales.
- Les **numéros des documents** étudiés et les **numéros des questions** seront clairement indiqués dans les réponses.
- Les barres verticales sur les graphiques et diagrammes représentent l'erreur standard à la moyenne (ou écart standard). **On admettra que les résultats sont différents si les barres d'erreurs ne se chevauchent pas.**

Références bibliographiques

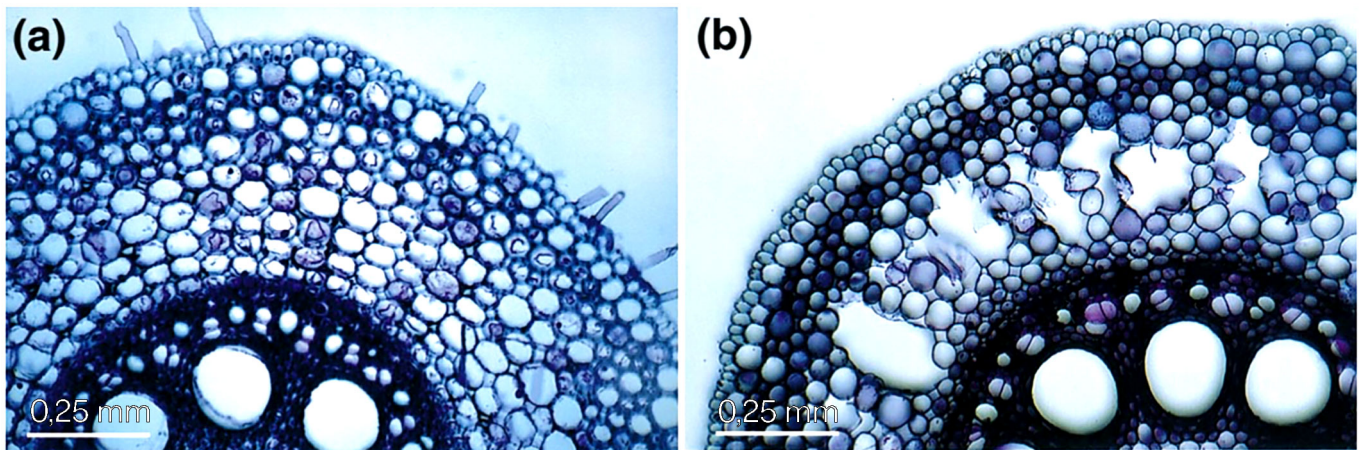
M.C. Drew, 2000, *Trends in plant science*, Vol. 5, No. 3, pp. 124-127
C.J. He, 1996, *Plant physiology*, 112, pp. 1679-1685
H. Konings, 1982, *Physiologia plantarum*, 54, pp. 119-124
V.A. Fadok, 1992, *Journal of Immunology*, 148, 7, pp. 2207-2216
B. Verhoven, 1999, *Cell Death and Differentiation*, 6, pp.262-270

Partie 1 : Mort cellulaire dans l'organisme végétal : le cas des aérénchymes lysogènes racinaires

La mort cellulaire est un processus central dans la différenciation et le fonctionnement des organismes pluricellulaires.

On utilise des plants de Maïs sauvages pour conduire les expériences ci-dessous.

- De $t = 0$ à $t = 72$ heures : on cultive des jeunes plants de maïs où leurs racines sont dans un milieu contenant 20 % de dioxygène (O_2).
- À $t = 72$ heures, on sépare les plants en deux lots :
 - Lot 1 : conditions de culture inchangées
 - Lot 2 : racines placées en milieu hypoxique (4 % de O_2)
- À $t = 144$ heures, on observe le parenchyme cortical de racines des deux lots (clichés (a) et (b)).
 - On précise que :
 - seules les parois cellulaires sont conservées dans les préparations microscopiques ;
 - les observations sont réalisées au même niveau de la racine.



Racine de maïs se développant dans un milieu contenant 20 % de O_2

Racine de maïs se développant dans un milieu contenant 4 % de O_2

Document 1 : Observations au microscope optique de parenchyme cortical de racine de Maïs développée dans différentes conditions de milieu

Question 1 : Interpréter les résultats du document 1.

Des jeunes plants de Maïs sont divisés en deux lots et cultivés :

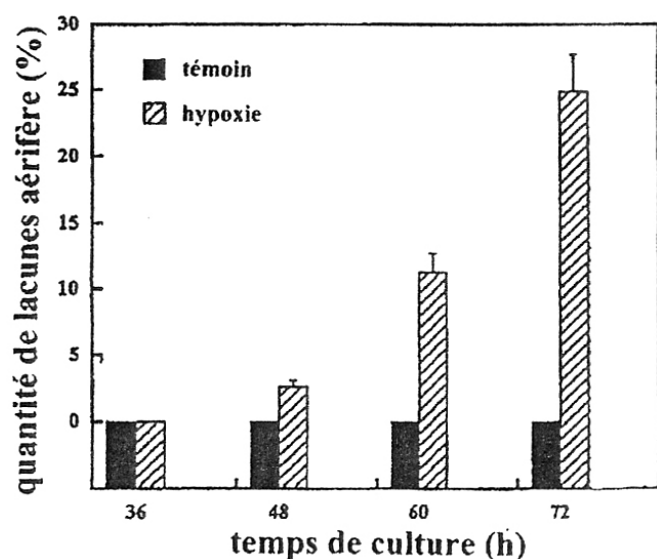
- Dans un milieu contenant 20 % de O_2 au contact des racines,
- Dans un milieu hypoxique pour les racines (4 % de O_2).

On mesure différents paramètres physiologiques de ces jeunes plants en fonction du temps de culture, mesuré en heures.

Par ailleurs, chaque point ou barre d'histogramme, résultat de la moyenne de 30 analyses.

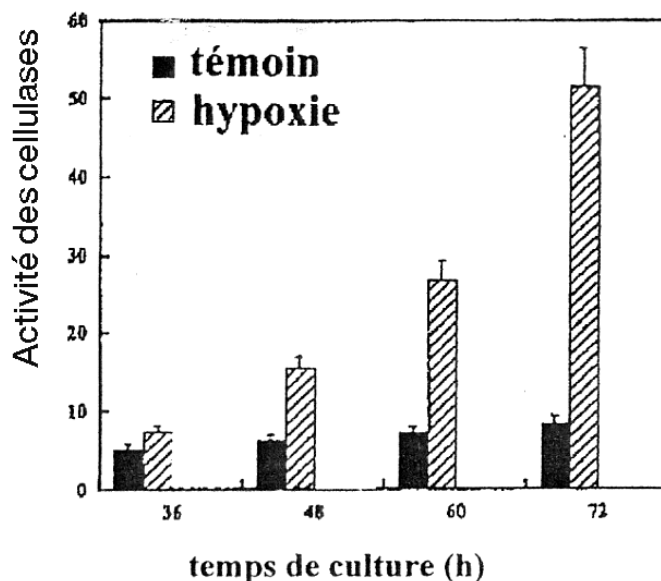
RÉSULTAT 1

Mesure de la quantité de lacunes aérifères (en % du parenchyme cortical) en fonction du temps et des conditions de culture



RÉSULTAT 2

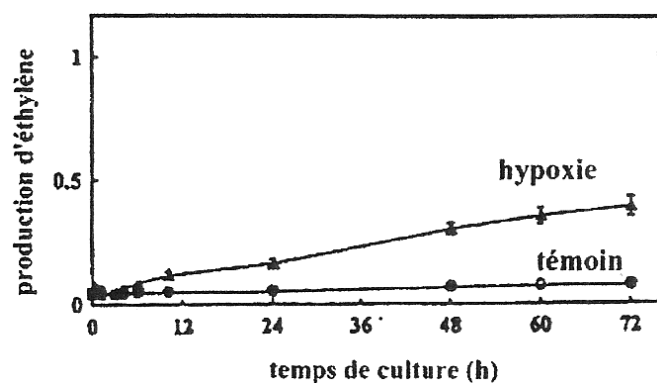
Mesure de l'activité cellulase (en unités spécifiques) extraites de racines de jeunes plants de maïs en fonction du temps et des conditions de culture



RÉSULTAT 3

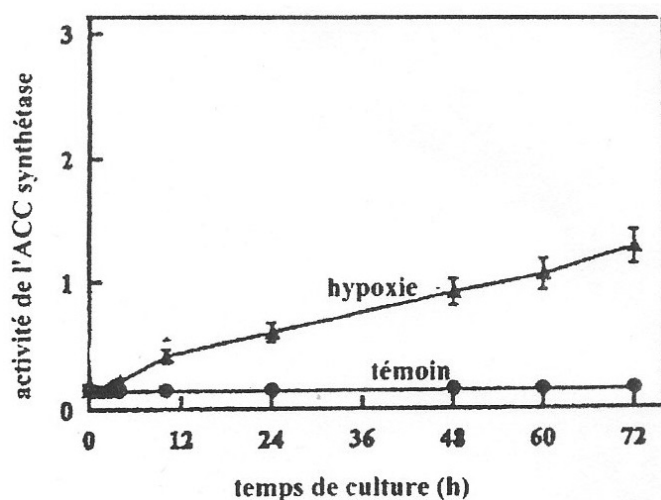
Mesure de la vitesse de production de l'éthylène dans les racines de jeunes plants de Maïs.

Unités : $\text{nmol.g}^{-1} \cdot \text{PF.h}^{-1}$ (avec PF = poids frais)



RÉSULTAT 4

Mesure de l'activité de l'ACC synthétase dans les racines de jeunes plants de Maïs (unités spécifiques)



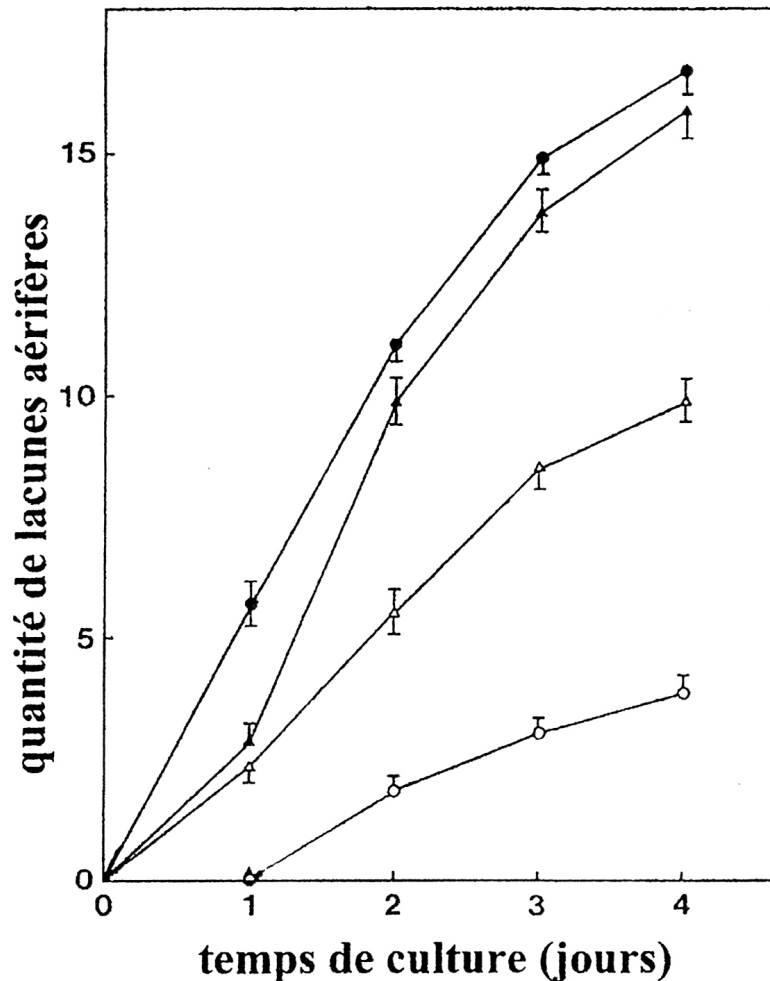
ACC : acide aminocyclopropane carboxylique, un précurseur de l'éthylène.

Document 2 : Évolution de quelques paramètres physiologiques du Maïs en fonction des conditions de développement des racines

Question 2 :

- À partir de l'analyse des résultats 1 et 2, **proposer** une hypothèse.
- À partir de l'analyse des résultats 3 et 4, **proposer** un rôle à l'éthylène.

On étudie la quantité de lacunes racinaires des plants de Maïs en fonction du volume du parenchyme cortical racinaire.



- Racines immergées dans une solution aqueuse nutritive aérée (21 % d'O₂)
- △—△ Racines immergées dans une solution nutritive aérée (21 % d'O₂) à laquelle est ajoutée de l'éthylène (0,1 µM.L⁻¹)
- Racines immergées dans une solution nutritive aérée (21 % d'O₂) à laquelle est ajoutée de l'éthylène (1,0 µM.L⁻¹)
- ▲—▲ Racines immergées dans une solution nutritive aérée (21 % d'O₂) à laquelle est ajoutée de l'ACC (1,0 µM.L⁻¹)

Document 3 : Évolution de la quantité de lacunes aérées

dans le parenchyme cortical de racines de Maïs en fonction d'éthylène et d'ACC exogènes

Chaque point résulte de la moyenne de mesures effectuées sur 20 à 25 sections de racines (toutes effectuées à 20 mm du caryopse (= fruit sec indéhiscent contenant une seule graine) obtenues lors de 4 expériences identiques menées simultanément.

Question 3 :

- a. Interpréter** le document 3.
- b. Conclure** en quelques lignes sur l'ensemble du thème I.

Partie 2 : Mort cellulaire dans l'organisme animal : et induction d'une endocytose spécifique

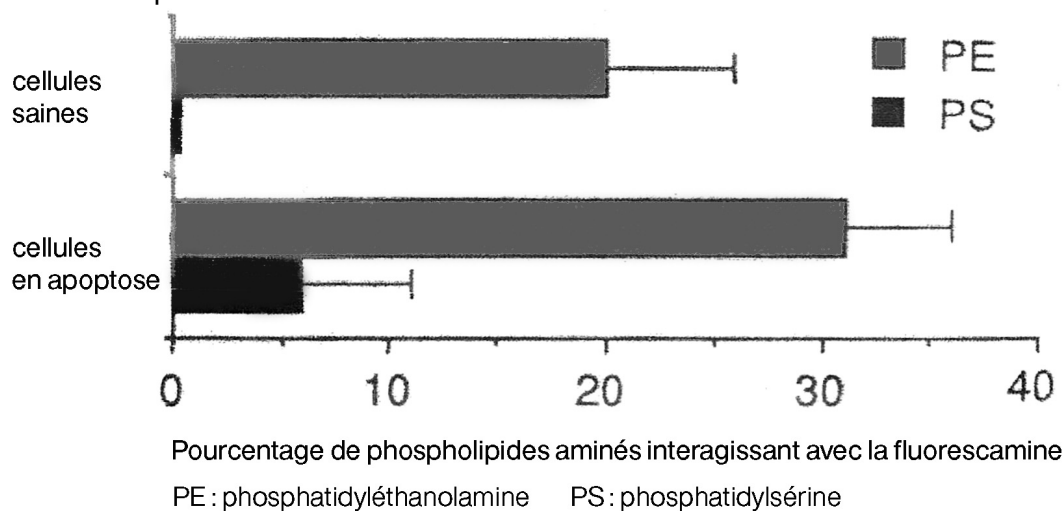
On dispose de lymphocytes prélevés dans un thymus de souris.

On cultive des populations de lymphocytes sains, et d'autres en apoptose.

On place toutes ces cellules en présence de fluorescamine, un composé auquel la membrane plasmique est imperméable, et qui interagit spécifiquement avec des phospholipides aminés (phosphatidyléthanolamine et phosphatidylsérine).

Les lipides membranaires totaux sont ensuite extraits et analysés par chromatographie. Les quantités de phosphatidyléthanolamine et de phosphatidylsérine sont ainsi estimées et pour chacun de ces phospholipides, la proportion de molécules ayant interagi avec la fluorescamine est mesurée.

Les résultats sont indiqués ci-dessous.



Document 4 : Différences de composition du feuillet externe de la membrane plasmique de cellules saines et de cellules en train de mourir (cellules en apoptose)

Question 4 : Analyser le document afin de caractériser l'entrée en apoptose.

Les cellules en apoptose d'un Mammifère sont rapidement phagocytées par des cellules immunitaires (des macrophages), ce qui évite la libération dans l'organisme de constituants intracellulaires potentiellement nocifs ou immunogènes.

Dans un milieu de culture contenant une couche cellulaire de macrophages de souris, on ajoute des liposomes (petites vésicules unimembranaires) synthétisés au préalable. Chaque liposome contient 70 % de phosphatidylcholine et 30 % de phosphatidylsérine dans leurs membranes.

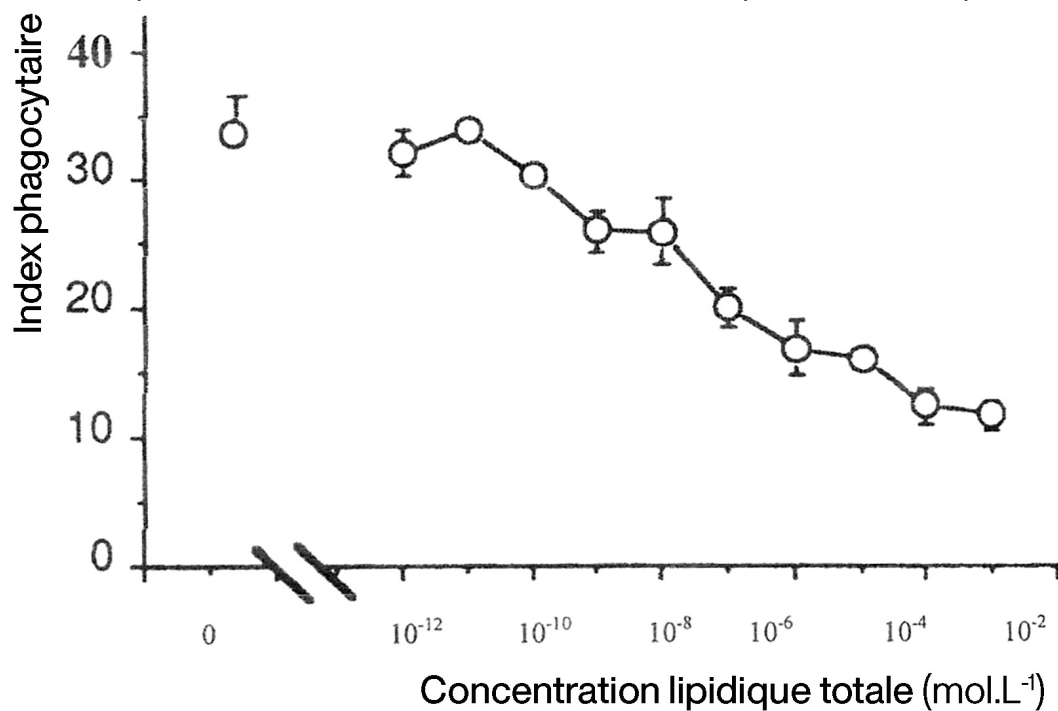
Après 30 minutes, on lave le milieu de culture et on ajoute 10^7 lymphocytes en apoptose (de même origine que ceux évoqués dans le document 4). Par observation microscopique, on compte alors les macrophages qui ont réalisé une phagocytose.

On calcule alors un index phagocytaire, égal au nombre de macrophages qui ont phagocyté des lymphocytes multiplié par le nombre moyen de lymphocytes par macrophages.

On renouvelle l'expérience en faisant varier la quantité de liposomes, donc la quantité totale de lipides (qu'on estime en mol.L^{-1}).

L'évolution de l'index phagocytaire en fonction de la concentration totale de lipides est indiquée ci-dessous.

Les barres d'erreur représentent l'intervalle des résultats de trois expériences identiques.



Document 5 : Influence de la présence de liposomes contenant de la phosphatidylsérine sur l'efficacité de la phagocytose de lymphocytes en apoptose par des macrophages

On précise par ailleurs qu'aucune évolution de l'index phagocytaire n'est constatée si on remplace la phosphatidylsérine dans les liposomes par un autre phospholipide.

Question 5 : Interpréter le document 5.

La cytométrie de flux est une technique permettant de quantifier les cellules, au sein d'une population cellulaire en suspension, sur la base de paramètres :

- la taille des cellules (paramètre FSC) ;
- la fluorescence des cellules (paramètre FL).

On dispose ici d'une population de lymphocytes sains.

Une partie des lymphocytes est traitée par incubation avec du Calcium et un ionophore au Calcium (permettant sa pénétration dans les cellules) pendant 10 minutes.

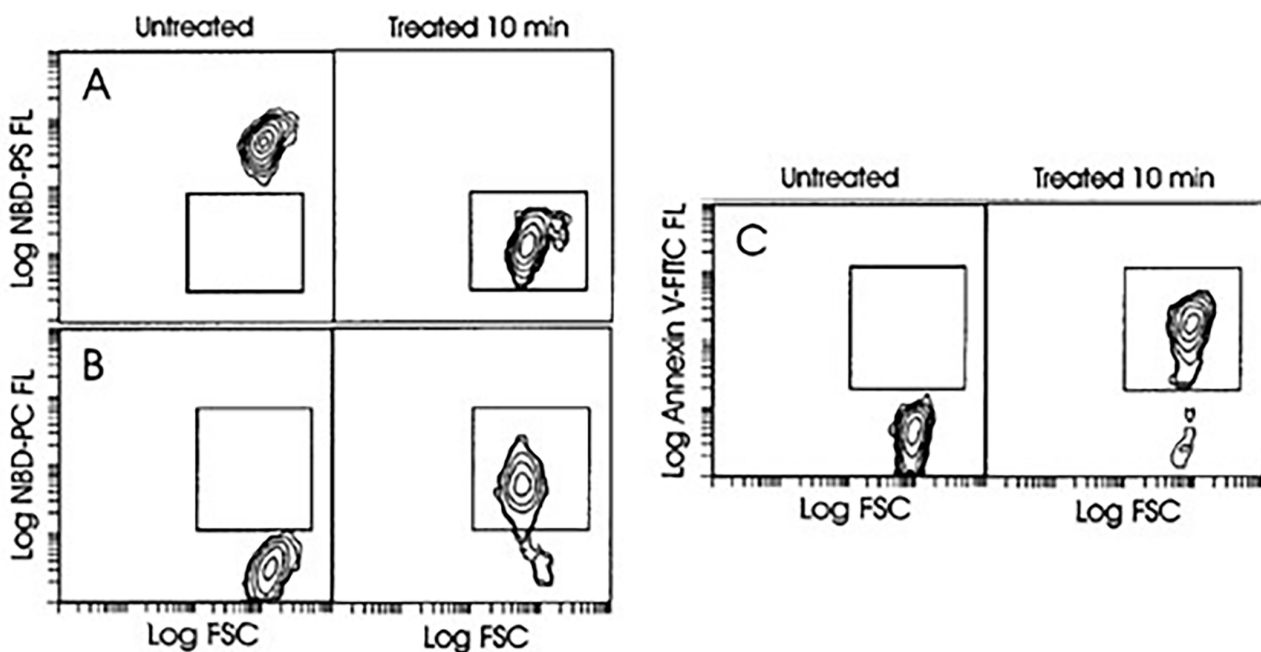
On mesure en cytométrie trois paramètres descriptifs des lymphocytes non traités (*untreated*) ou traités (*treated 10 min*) :

A : NBD-PS : internalisation dans les cellules d'un marqueur fluorescent (NBD) couplé à la phosphatidylsérine membranaire (PS) (*Log NBD-PS FL*) ;

B : NBD-PC : internalisation dans les cellules d'un marqueur fluorescent (NBD) couplé à la phosphatidycholine membranaire (PC) (*Log NBD-PC FL*) ;

C : Annexine V-FITC : fixation aux cellules d'une molécule caractéristique des cellules entrant en apoptose (l'annexine V), couplée à un marqueur fluorescent (FITC) (*Log Annexin V-FITC FL*).

Ces trois paramètres sont mesurés en fonction de la taille des cellules (*Log FSC*).



Document 6 : Modification de l'asymétrie membranaire des cellules en apoptose

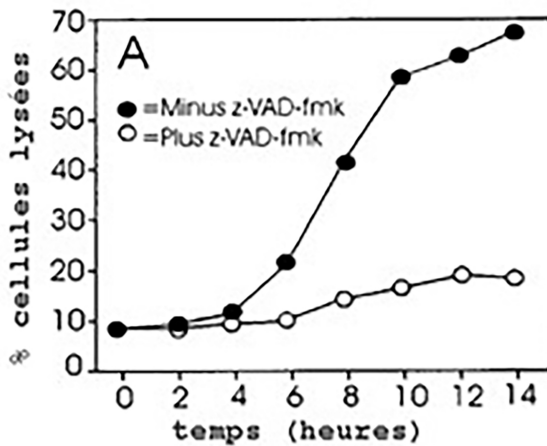
On sait par ailleurs que différents types de flippases existent dans les cellules. En particulier :

1. Une flippase, qui permet un transfert unidirectionnel spécifique de la phosphatidylsérine, d'un feuillet vers l'autre ;
2. Des scramblases, qui permettent un transfert bidirectionnel entre les deux feuillets de tous les phospholipides, sans direction préférentielle.

Ces enzymes sont fonctionnelles dans les cellules saines.

Question 6 : À partir de l'étude du document, **proposer** un modèle expliquant comment l'entrée en apoptose induit une modification de la répartition des lipides au sein de la membrane.

Les caspases sont des enzymes connues pour être impliquées dans le processus d'apoptose. On incube dans un premier temps des lymphocytes avec un inducteur de l'apoptose. Puis les cellules sont transférées dans un milieu contenant (*Plus z-VAD-fmk*) un inhibiteur des caspases (le z-VAD), ou dans un milieu contrôle (*Minus z-VAD-fmk*).



On quantifie la proportion de cellules ayant achevé leur apoptose (en % de cellules lysées) en fonction du temps.

Document 7 : Implication des caspases dans l'apoptose des lymphocytes

Question 7 : Interpréter le document 7.

Des lymphocytes sont incubés dans un premier temps avec un inducteur de l'apoptose. Puis les cellules sont transférées dans un milieu contenant (*Plus z-VAD-fmk*) un inhibiteur des caspases (le z-VAD), ou dans un milieu contrôle (*Minus z-VAD-fmk*).

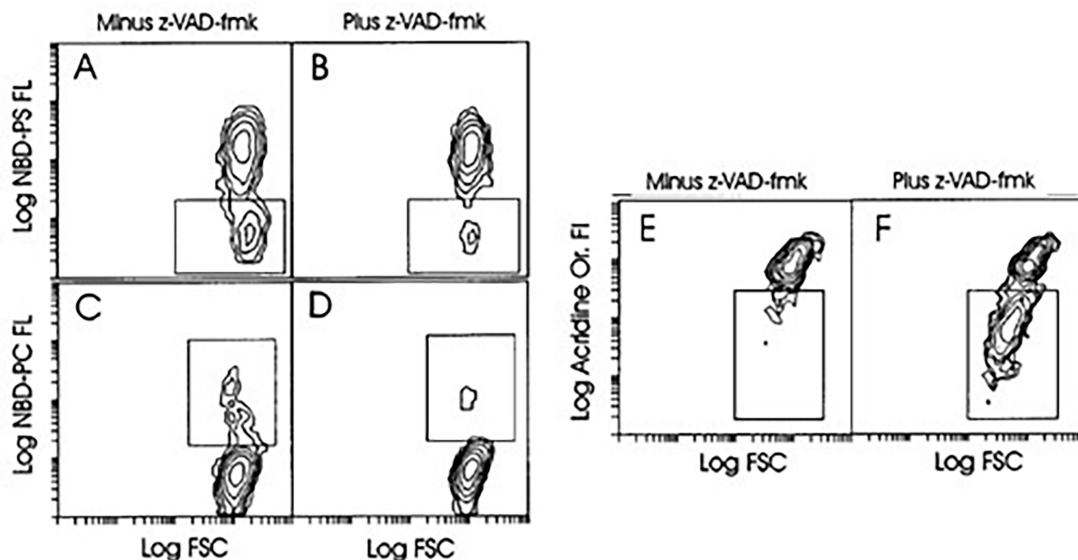
On mesure en cytométrie trois paramètres descriptifs des lymphocytes :

A et B : NBD-PS : internalisation dans les cellules d'un marqueur fluorescent (NBD) couplé à la phosphatidylsérine membranaire (PS) (*Log NBD-PS FL*) ;

C et D : NBD-PC : internalisation dans les cellules d'un marqueur fluorescent (NBD) couplé à la phosphatidylcholine membranaire (PC) (*Log NBD-PC FL*) ;

E et F : Acridine : marqueur fluorescent de la dégradation de la chromatine (*Log Acridine Or. FL*).

Ces trois paramètres sont mesurés en fonction de la taille des cellules (*Log FSC*).



Document 8 : Caspases et phénotype apoptotique

Question 8 :

a. Interpréter le document 8.

b. Réaliser un schéma bilan résumant les mécanismes liés à l'apoptose que l'on peut déduire de l'ensemble du thème.