



## Bureau des radiocommunications (BR)

Circulaire administrative  
**CACE/727**

Le 28 mai 2015

**Aux Administrations des Etats Membres de l'UIT, aux Membres du Secteur des radiocommunications et aux Associés de l'UIT-R participant aux travaux de la Commission d'études 3 des radiocommunications**

Objet: **Commission d'études 3 des radiocommunications (Propagation des ondes radioélectriques)**

- **Proposition d'adoption de 5 projets de Question UIT-R révisée et leur approbation simultanée par correspondance, conformément au § 10.3 de la Résolution UIT-R 1-6 (Procédure d'adoption et d'approbation simultanées par correspondance)**
- **Proposition de modification de la catégorie et/ou de la date d'achèvement des études pour 18 Questions UIT-R**
- **Proposition d'approbation de la suppression d'une Question UIT-R**

A sa réunion tenue le 30 avril 2015, la Commission d'études 3 des radiocommunications a décidé de demander l'adoption par correspondance de 5 projets de Question UIT-R révisée (§ 10.2.3 de la Résolution UIT-R 1-6) et a décidé en outre d'appliquer la procédure d'adoption et d'approbation simultanées par correspondance (PAAS), conformément au § 10.3 de la Résolution UIT-R 1-6. Les textes des projets de Question sont joints en Annexe pour référence (Annexes 1 à 5). La Commission d'études 3 a également proposé de modifier la catégorie et/ou la date d'achèvement des études pour 18 Questions UIT-R (voir l'Annexe 6). Par ailleurs, la Commission d'études a proposé d'approuver la suppression de 1 Question (voir l'Annexe 7).

La période d'examen, de deux mois, se terminera le 28 juillet 2015. Si, au cours de cette période, aucun Etat Membre ne soulève d'objection, les projets de Question seront considérés comme adoptés par la Commission d'études 3. En outre, puisque la procédure PAAS a été appliquée, les projets de Question seront considérés comme approuvés.

Un Etat Membre qui soulève une objection au sujet de l'adoption d'un projet de Question ou de l'approbation de la suppression d'une Question est prié d'informer le Directeur et le Président de la Commission d'études des raisons de cette objection.

Après la date limite mentionnée ci-dessus, les résultats de la procédure PAAS seront communiqués dans une Circulaire administrative (CACE) et les Questions approuvées seront publiées dans les meilleurs délais (voir <http://www.itu.int/pub/R-QUE-SG03/en>).

  
François Rancy  
Directeur

**Annexes: 7**

**Distribution:**

- Administrations des Etats Membres de l'UIT et Membres du Secteur des radiocommunications participant aux travaux de la Commission d'études 3 des radiocommunications
  - Associés de l'UIT-R participant aux travaux de la Commission d'études 3 des radiocommunications
  - Présidents et Vice-Présidents des Commissions d'études des radiocommunications et de la Commission spéciale chargée d'examiner les questions réglementaires et de procédure
  - Président et Vice-Présidents de la Réunion de préparation à la Conférence
  - Membres du Comité du Règlement des radiocommunications
  - Secrétaire général de l'UIT, Directeur du Bureau de la normalisation des télécommunications, Directeur du Bureau de développement des télécommunications
-

## Annexe 1

(Document 3/68)

### PROJET DE RÉVISION DE LA QUESTION UIT-R 231/3\*

#### **Effet des rayonnements électromagnétiques provenant des sources artificielles sur ~~la qualité de fonctionnement d~~les systèmes et réseaux de radiocommunication**

(2007)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que des sources artificielles très variées produisent des rayonnements électromagnétiques, par exemple les systèmes d'allumage des moteurs à combustion interne, les machines électriques, les équipements et appareils électroniques, les équipements informatiques et de télécommunication, etc.;
- b) que la réception de ces rayonnements peut avoir une incidence sur la qualité de fonctionnement des systèmes et réseaux de radiocommunication;
- c) que les données relatives au bruit artificiel contenues dans la Recommandation UIT-R P.372 se rapportent au bruit cumulatif causé par toutes les sources artificielles dans des environnements types, mais qu'aucune information n'est fournie sur les rayonnements reçus en provenance de sources individuelles ou identifiables;
- d) que ces rayonnements peuvent être de nature impulsive et ne peuvent pas être décrits convenablement sous la forme d'un facteur de bruit externe;
- e) que les rayonnements provenant de sources individuelles sont susceptibles d'être de plus en plus importants dans la détermination de la qualité de fonctionnement des systèmes et réseaux de radiocommunication,

*décide* de mettre à l'étude la Question suivante

~~1~~ — Comment peut-on décrire et mesurer la distribution des rayonnements provenant de sources individuelles?

~~2~~ — ~~Quel est l'effet des rayonnements électromagnétiques provenant des sources artificielles sur la qualité de fonctionnement des systèmes et réseaux de radiocommunication, et comment cet effet devrait-il être décrit et quantifié?~~

*décide en outre*

- 1 que les résultats de ces études devraient faire l'objet de Recommandations et/ou de Rapports;
- 2 que ces études devraient être achevées d'ici à 20109.

Catégorie: S2

---

\* Cette Question devrait être portée à l'attention de la Commission d'études 1 des radiocommunications.

## Annexe 2

(Document 3/75)

### PROJET DE RÉVISION DE LA QUESTION UIT-R 209-1/3

#### **Paramètres de variabilité et de risque dans l'analyse de la qualité de fonctionnement des systèmes**

(1993-2012)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que, pour planifier comme il se doit les liaisons de Terre et Terre-espace, il est nécessaire d'utiliser des paramètres appropriés à la formulation des critères de qualité de fonctionnement des systèmes de radiocommunication;
- b) que «le mois en moyenne le plus défavorable de l'année» a été défini comme la valeur statistique à long terme applicable aux critères de qualité de fonctionnement pour «un mois quelconque»;
- c) que, étant donné la nature stochastique des effets de propagation dans les systèmes de radiocommunication, il est nécessaire de disposer de données sur la variabilité de ces effets, en ce qui concerne les statistiques à long terme qui peuvent elles-mêmes faire l'objet d'une variabilité à plus long terme, pendant différentes périodes de référence;
- d) qu'il est nécessaire de disposer d'une formulation claire des paramètres de variabilité pour pouvoir procéder à des compromis satisfaisants entre les coûts et les qualités de fonctionnement dans l'analyse de la fiabilité, de la disponibilité et de la qualité des systèmes,

*décide* de mettre à l'étude les Questions suivantes

1 Quelle est la variation des effets de la propagation pendant différentes périodes de référence?

2 Quelle est la variation des effets de la propagation pour un emplacement quelconque dans le monde?

3 Quelles sont les périodes de référence à spécifier pour formuler les paramètres de risque associés à la variation des statistiques de propagation?

4 Quels sont les paramètres qui conviennent le mieux à la formulation des limites de confiance et des risques associés à la spécification et à l'évaluation de la qualité de fonctionnement des systèmes?

5 Quelles sont les procédures de calcul des paramètres définissant la variation statistique des effets de propagation dans les systèmes de radiocommunication?

*décide en outre*

1 que les études demandées ci-dessus devraient être achevées d'ici à 2015~~9~~.

Catégorie: S3

## Annexe 3

(Document 3/77)

### PROJET DE RÉVISION DE LA QUESTION UIT-R 202-3/3

#### Méthodes de prévision de la propagation à la surface de la Terre

(1990-2000-2007)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que la présence d'obstacles sur le trajet de propagation peut modifier, dans une large mesure, la valeur moyenne de l'affaiblissement de transmission, ainsi que l'amplitude et les caractéristiques des évanouissements;
- b) que, lorsque les fréquences augmentent, l'influence des irrégularités de surface de la Terre et celle de la végétation et des structures naturelles ou artificielles existant à la surface de la Terre, ou au-dessus, devient plus sensible;
- c) que la propagation par-dessus la crête des hautes montagnes présente parfois une grande importance dans la pratique;
- d) que la diffraction et les effets d'écran du terrain ont une grande importance pratique dans les études de brouillage;
- e) que l'augmentation des performances et de la capacité de mémoire des ordinateurs permet d'envisager des bases de données numériques détaillées du terrain et des masques;
- f) que le champ de l'onde de sol aux fréquences comprises entre 10 kHz et 30 MHz est donné dans la Recommandation UIT-R P.368 et qu'un programme informatique, GRWAVE, est accessible à partir de la page web de la Commission d'études 3 des radiocommunications;
- g) que l'on a besoin de données sur la phase pour la propagation par onde de sol;
- h) que des données sur la conductivité du sol sont souvent disponibles sous forme numérique;
- i) que l'on a constaté une variation saisonnière de la propagation de l'onde de sol;
- j) que l'existence de bases de données haute résolution sur le terrain et les bâtiments permet d'élaborer des modèles de diffraction qui prennent en compte des informations en trois dimensions;
- k) que des matériaux sélectifs en fréquence et autres matériaux spécialisés devraient être de plus en plus intégrés dans les ouvrages de construction (par exemple, bâtiments, ponts, barrages, etc.).

*décide* de mettre à l'étude ~~la~~ les Questions suivantes

- 1 Quelle est l'influence, sur l'affaiblissement de transmission, sur la polarisation, sur le temps de propagation de groupe et sur l'angle d'arrivée, des irrégularités de terrain, de la végétation et des bâtiments, de l'existence de structures conductrices et des variations saisonnières, pour les emplacements situés à l'intérieur de la zone de service autour d'un émetteur et pour l'évaluation du brouillage à des distances beaucoup plus grandes?
- 2 Quel est l'affaiblissement de transmission additionnel dans les zones urbaines?

- 3 Quel est l'effet de masque produit par des obstacles voisins d'une extrémité, compte tenu des mécanismes de propagation sur le trajet?
- 4 Quelles sont les conditions dans lesquelles se produit un gain d'obstacle, et quelles sont les variations à court terme et à long terme de l'affaiblissement de transmission dans ces conditions?
- 5 Quels sont les méthodes et les principes de présentation appropriés pour décrire avec précision les irrégularités de surface de la Terre incluant les caractéristiques topographiques et les constructions?
- 6 Comment les bases de données du terrain et les informations détaillées relatives aux caractéristiques du terrain, à la végétation et aux bâtiments peuvent-elles être utilisées pour prévoir l'affaiblissement, le temps de propagation, la diffusion et la diffraction?
- 7 Est-il possible d'évaluer avec davantage de précision les affaiblissements dans le cas où l'on prend en compte l'aspect tridimensionnel des obstacles liés au terrain et aux bâtiments?
- 78 Quelles relations quantitatives et quelles méthodes de prévision statistiques peut-on établir pour traiter la réflexion, la diffraction et la diffusion dues aux caractéristiques du terrain, aux bâtiments et à la végétation?
- 89 Quelle est la phase pour la propagation par onde de sol?
- 910 Comment peut-on mettre à disposition, sous forme numérique matricielle ou vectorielle, des données sur la conductivité du sol?

*décide en outre*

- 1 que les résultats de ces études devraient faire l'objet de Recommandations et/ou de Rapports;
- 2 que les études demandées ci-dessus devraient être achevées d'ici à ~~2010~~2019.

Catégorie: S2

## Annexe 4

(Document 3/83)

### PROJET DE RÉVISION DE LA QUESTION UIT-R 211-5/3\*

#### **Données et modèles de propagation à utiliser dans la gamme de fréquences 300 MHz à 100 MHz pour la conception des systèmes de radiocommunication hertziens de courte portée et des réseaux radioélectriques locaux d'entreprise (RRLE)**

(1993-2000-2002-2005-2007-2009)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que l'on met actuellement au point un grand nombre de nouveaux systèmes radioélectriques de communication personnelle de courte portée destinés à fonctionner à l'intérieur ou à l'extérieur de bâtiments;
- b) que les futurs systèmes mobiles (IMT, par exemple) assureront des communications personnelles intérieures (bureaux ou habitations) ou extérieures;
- c) qu'on observe une forte demande de réseaux radioélectriques locaux d'entreprise (RRLE) et de commutateurs radioélectriques privés d'entreprise, comme en attestent les produits existants et les travaux de recherche intensifs réalisés dans ce domaine;
- d) qu'il est souhaitable d'établir, pour les RRLE, des normes compatibles avec les télécommunications hertziennes ou par câble;
- e) que les systèmes de courte portée et de très faible puissance présentent de nombreux avantages pour les services de type mobile et personnel;
- f) que la bande ultralarge (UWB) est une technologie hertzienne importante et qui peut avoir une incidence sur les services de radiocommunication;
- g) que la connaissance des caractéristiques de propagation à l'intérieur des bâtiments et des brouillages résultant de la présence de plusieurs utilisateurs dans une même zone est un élément essentiel dans la conception de ces systèmes;
- h) que la propagation par trajets multiples peut entraîner des dégradations, mais qu'elle peut aussi être utilisée avantageusement pour des applications mobiles ou intérieures;
- i) que l'on ne dispose que d'un petit nombre de résultats de mesures de la propagation dans certaines des bandes de fréquences envisagées pour les systèmes de courte portée;
- j) que des informations sur la propagation à l'intérieur des bâtiments et de l'intérieur des bâtiments vers l'extérieur peuvent également intéresser d'autres services,

---

\* — En 2011, la Commission d'études 3 des radiocommunications a repoussé la date d'achèvement des études au titre de cette Question.

*décide* de mettre à l'étude les Questions suivantes

- 1 Quels sont les modèles de propagation à utiliser pour la conception des systèmes de courte portée fonctionnant à l'intérieur, à l'extérieur et de l'intérieur vers l'extérieur (portée utile inférieure à 1 km), notamment des systèmes radioélectriques de communication et d'accès et des applications RRLE?
- 2 Quelles sont les caractéristiques de propagation d'un canal les mieux adaptées à la description de la qualité de différents services, par exemple:
  - les communications téléphoniques;
  - les services de télécopie;
  - les services de transfert de données (à faible débit ou à débit élevé);
  - les services de radio messagerie et de messagerie;
  - les services vidéo?
- 3 Quelles sont les caractéristiques de la réponse impulsionnelle du canal?
- 4 Quelle est l'incidence du choix de la polarisation sur les caractéristiques de propagation?
- 5 Quelles sont les influences des caractéristiques des antennes des stations de base et des stations terminales (directivité et orientation du faisceau, par exemple) sur les caractéristiques de propagation?
- 6 Quelle est l'influence des différents schémas de diversité?
- 7 Quelle est l'influence du choix de l'emplacement de l'émetteur et du récepteur?
- 8 A l'intérieur des bâtiments, quelle est l'incidence des différents matériaux de construction et du mobilier du point de vue de l'effet d'écran, de la diffraction et de la réflexion?
- 9 A l'extérieur des bâtiments, quelle est l'incidence du type de construction et de la végétation du point de vue de l'effet d'écran, de la diffraction et de la réflexion?
- 10 Quels sont les effets du déplacement des personnes et des objets à l'intérieur d'une pièce et, éventuellement, du déplacement de l'une ou des deux extrémités de la liaison radioélectrique, sur les caractéristiques de propagation?
- 11 Quelles variables faut-il utiliser dans le modèle pour tenir compte des différents types de bâtiments (aire ouverte, un ou plusieurs étages) dans lesquels l'un ou les deux terminaux sont situés?
- 12 Comment caractériser, aux fins de la conception des systèmes, l'affaiblissement du signal à l'entrée dans les bâtiments et quelle est l'incidence de ce facteur sur la transmission de l'intérieur vers l'extérieur?
- 13 Quels facteurs peut-on utiliser pour la répartition des fréquences et sur quelles gammes sont-ils appropriés?
- 14 Quelles sont les meilleures façons de présenter les informations demandées?
- 15 Quels sont les modèles de propagation les mieux adaptés à l'évaluation de ces effets pour la conception de systèmes tels que la technologie d'entrées multiples/sorties multiples (MIMO)?

*décide en outre*

- 1 que les résultats des études demandées ci-dessus devraient faire l'objet d'une ou plusieurs Recommandations et/ou d'un ou plusieurs rapports;
- 2 que les études demandées ci-dessus devraient être achevées d'ici à 2015~~9~~.

Catégorie: S3

## Annexe 5

(Document 3/101)

### PROJET DE RÉVISION DE LA QUESTION UIT-R 207-4/3

#### **Données de propagation et méthodes de prévision nécessaires pour les services mobiles et de radiorepérage par satellite au-dessus de 0,1 GHz environ**

(1990-1993-1995-1997-2000-2009)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que l'on a besoin d'appliquer des méthodes permettant d'évaluer le champ ou l'affaiblissement de transmission lorsqu'on procède à la planification des services mobiles et de radiorepérage utilisant des satellites;
- b) qu'un certain nombre d'administrations étudient des systèmes à satellites pour les besoins de la sécurité, du radiorepérage, des communications et de la gestion du trafic dans les services aéronautique et maritime;
- c) que la fourniture de services de communication personnelle à des terminaux portatifs et aux terminaux de voiture, y compris dans des environnements ferroviaires, au moyen de systèmes mobiles par satellite présente beaucoup d'intérêt;
- d) que, pour les systèmes fonctionnant en ondes métriques, décimétriques et centimétriques et faisant appel à des satellites, l'ionosphère et la troposphère peuvent influencer la propagation ainsi que les réflexions sur le sol, sur la mer et/ou sur des structures artificielles;
- e) que, pour les systèmes à satellites du service mobile terrestre, les effets de blocage et d'écran perturberont la propagation;
- f) que l'on a besoin de données relatives à la propagation et aux modèles pour tous les angles d'azimut et d'élévation des trajets, notamment pour les systèmes utilisant des constellations de satellites non géostationnaires;
- g) qu'il est particulièrement important de connaître les distributions des durées d'évanouissement et des durées de non-évanouissement pour les systèmes mobiles et de radiorepérage par satellite;
- h) qu'un certain nombre de systèmes mobiles par satellite utilisant en partage la même bande de fréquences seront mis en service;
- ji)* que les évanouissements sélectifs en fréquence et l'étalement du temps de propagation sont des aspects importants du canal de propagation qui doivent être pris en considération dans la conception des systèmes de navigation et de radiocommunication mobiles large bande numériques,

*décide* de mettre à l'étude les Questions suivantes

1 Dans quelle mesure le champ ou l'affaiblissement de transmission dépend-il de la nature du terrain, des effets de la végétation et des structures artificielles, de l'emplacement de l'antenne, de la fréquence, de la polarisation, de l'angle d'élévation et du climat et de quelle manière ces facteurs influent-ils sur le choix des fréquences et de la polarisation pour ces systèmes?

- 2 Quels sont les effets de l'environnement local sur les terminaux portatifs, les terminaux de voiture et les systèmes de communications personnelles?
- 3 Quels sont les effets de la propagation par trajets multiples et des changements de d'étalement Doppler, et comment ces effets varient-ils en fonction des paramètres énumérés au § 1?
- 4 Quel est, pour chaque service, le meilleur type de méthode de prévision en vue d'établir des plans de fréquences nationaux et internationaux?
- 5 Quelles sont les caractéristiques et les effets de la réflexion sur la terre et sur la mer ainsi que des évanouissements dus aux trajets multiples, sur les signaux de radiocommunication ou de radiorepérage transmis par satellites (géostationnaires ou non) à l'usage des véhicules terrestres, des aéronefs et des navires?
- 6 Quelles sont les données de propagation qui peuvent être recueillies pour la modélisation, la caractérisation statistique et la réduction des dégradations d'origine troposphérique et dues aux trajets multiples, en particulier pour des trajets obliques à faible angle d'élévation, en fonction de l'état de la surface de la mer ou de la terre (hauteur de la houle ou irrégularités du terrain), de l'angle d'élévation du satellite, du diagramme de rayonnement de l'antenne, du dégagement local et de l'environnement de la station, y compris des effets d'écran et de blocage du terrain et de la végétation, et de la fréquence?
- 7 Quelle est la méthode pour évaluer le rapport signal/brouillage lorsque les signaux tant utiles qu'indésirables sont perturbés par les évanouissements dus aux trajets multiples?
- 8 Quels avantages présentent les modèles de propagation physiques-statiques pour la caractérisation du canal radioélectrique dans des environnements multiples, dans le cas de systèmes mobiles terrestres par satellite?
- 9 De quelles méthodes dispose-t-on pour modéliser le canal de propagation et évaluer l'amélioration de la qualité de fonctionnement due à la diversité (diversité de satellite, de polarisation d'antenne) et aux techniques MIMO (entrées multiples/sorties multiples) utilisées pour les modèles d'atténuation de la dégradation imputable à la propagation, dans les radiocommunications mobiles par satellite?

*décide en outre*

- 1 que les informations communiquées devraient faire l'objet d'une nouvelle Recommandation;
- 2 que les études demandées ci-dessus devraient être achevées d'ici à 2013<sup>9</sup>.

NOTE 1 – La priorité sera donnée aux études correspondant aux § 1 et 2 du décide.

Catégorie: S2

## Annexe 6

### Proposition de modification de la catégorie et/ou de la date d'achèvement des études

Question UIT-R	Titre	Catégorie actuelle	Catégorie proposée	Date actuelle d'achèvement des études	Date proposée d'achèvement des études
<a href="#">201-4/3</a>	Données radiométéorologiques nécessaires pour la planification des systèmes de communication de Terre et spatiale et les applications de recherche spatiale	S2	NOC	2016	2019
<a href="#">203-5/3</a>	Méthodes de prévision de la propagation pour les services de radiodiffusion, fixe (accès à large bande) et mobile de Terre utilisant les fréquences au-dessus de 30 MHz	S1	NOC	2015	2019
<a href="#">204-5/3</a>	Données de propagation et méthodes de prévision nécessaires aux systèmes de Terre en visibilité directe	S2	NOC	2015	2019
<a href="#">205-1/3</a>	Données de propagation et méthodes de prévision nécessaires aux systèmes transhorizon	S2	NOC	Non spécifiée	2019
<a href="#">206-3/3</a>	Données de propagation et méthodes de prévision pour les services fixes par satellite et de radiodiffusion par satellite	S2	NOC	Non spécifiée	2019
<a href="#">208-4/3</a>	Facteurs de propagation relatifs aux questions de partage des bandes de fréquences affectant les services de radiocommunication spatiale et les service de Terre	S2	NOC	2015	2019
<a href="#">212-2/3</a>	Propriétés de l'ionosphère	S3	NOC	2013	2019
<a href="#">213-3/3</a>	Prévisions à court terme des paramètres d'exploitation pour les services de radiocommunication et de radionavigation transionosphériques	S3	NOC	2015	2019
<a href="#">214-4/3</a>	Bruit radioélectrique	S3	NOC	2015	2019
<a href="#">218-5/3</a>	Effets de l'ionosphère sur les systèmes à satellites	S2	S3	2015	2019
<a href="#">222-3/3</a>	Mesures et banques de données des caractéristiques ionosphériques et du bruit radioélectrique	S2	S3	2015	2019
<a href="#">225-6/3</a>	Prévision des facteurs de propagation qui influent sur les systèmes en ondes kilométriques et hectométriques, y compris ceux qui utilisent des techniques de modulation numérique	S3	NOC	2015	2019
<a href="#">226-4/3</a>	Caractéristiques ionosphériques et troposphériques le long des trajets de satellite à satellite	S2	S3	2015	2019
<a href="#">228-1/3</a>	Données de propagation requises pour la planification des systèmes de radiocommunication spatiales et des systèmes des services scientifiques spatiaux fonctionnant au-dessus de 275 GHz	C1	NOC	Non spécifiée	2019
<a href="#">229-2/3</a>	Prévision des conditions de propagation de l'onde ionosphérique, de l'intensité des signaux, de la qualité de fonctionnement et de la fiabilité des circuits aux fréquences comprises entre 1,6 et 30 MHz environ, en particulier pour les systèmes qui utilisent des techniques de modulation numérique	S2	S3	2015	2019
<a href="#">230-2/3</a>	Méthodes et modèles de prévision applicables aux systèmes de télécommunication à courants porteurs sur lignes électriques	S2	NOC	2015	2019
<a href="#">232/3</a>	Effet des matériaux nanostructurés sur la propagation	S2	NOC	2015	2019
<a href="#">233/3</a>	Méthodes de prévision des affaiblissements sur le trajet de propagation entre une plate-forme aéroportée et un satellite, un terminal au sol ou une autre plate-forme aéroportée	S2	NOC	2015	2019

NOC = Pas de modification.

## Annexe 7

(Source: Document 3/87)

### Question dont la suppression est proposée

Question UIT-R	Titre
<a href="#">221-2/3</a>	Propagation par l'intermédiaire de l'ionisation sporadique de la région E et d'autres phénomènes d'ionisation

---