

Epreuve - Matière : 101 - 3760

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Du génome au transcriptome

Depuis les années 1950, des chercheurs séquencent l'ADN, molécule d'Acide Désoxyribonucléique qui est le support de l'information génétique. Les premiers séquençages ^(méthode Sanger) duraient plusieurs années contre quelques jours actuellement grâce au développement de nouvelles technologies.

Cette information génétique est contenue soit dans le cytoplasme des cellules procaryotes, soit dans le noyau et les organites (mitochondries, chloroplastes) des cellules eucaryotes.

Elle est formée de plusieurs gènes dont l'ensemble forme le génome (définition initiale de génome).

Avec les découvertes génétiques, il s'avère que le génome regroupe également des parties non codantes qui ne servent pas à former directement des transcrits mais qui y contribuent.

Mais comment la cellule fait-elle pour convertir ses gènes en transcrits ? Et à quoi cela sert-il ?

Nous nous intéresserons au mécanisme de la transcription afin de comprendre cette conversion, puis nous verrons le rôle du transcriptome dans ce mécanisme et leurs intérêts dans les biotechnologies.

I Le génome : une matrice pour le transcriptome

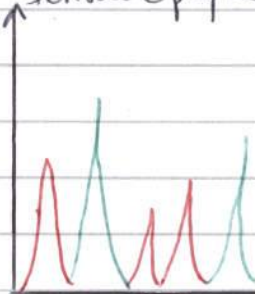
A) Le génome est séquencé

Le séquençage du génome consiste à déterminer la succession de nucléotides formant une molécule d'ADN :

- 1^{re} étape : extraction d'ADN par centrifugation ;
- 2^e étape : dénaturation par chauffage pour séparer les deux brins complémentaires ;
- 3^e étape : enzyme de restriction découpant l'ADN
- 4^e étape : électrophorèse sur gel puis autoradiographie

La 4^e étape peut être remplacée par une spectrophotométrie qui donnera un graphique :

G T G A C



Portion d'ADN dénaturé

Séquence

G : Nucléotide à guanine } Nucléotides puriques.

A : Nucléotide à adénine } ~~EXEMPLE~~ DE RÉSULTAT DE SPECTROPHOTOMÉTRIE

T : Nucléotide à thymine } Nucléotides dont la base azotée est une pyrimidine

C : Nucléotide à cytosine }

Le génome regroupe une partie codante (les exons) et une partie non codante (les introns) ; ainsi que plusieurs séquences répétitives (les satellites et microsatellites, les transposons...)

L'Homme possède environ 25 000 gènes.

B) Le transcriptome est aussi séquencé

La mise en évidence des transcrits, dont l'ARN messager, s'est faite notamment par autoradiographie sur des cellules cultivées dans un milieu contenant des digonucléotides ^{eucaryotes} radioactifs (permettant le suivi de leur incorporation dans la cellule).

La notion "un gène donne une protéine" avait déjà été prouvée par Beadle et Tatum qui ont travaillé sur des mutations sur des levures *Saccharomyces cerevisiae* : des levures mutées, nommées Ade^- , ne pouvaient pas se développer sans Adénine dans le milieu contrairement aux non mutantes Ade^+ .

L'autoradiographie montre que la radioactivité se retrouve dans le cytoplasme et qu'il y a donc une molécule intermédiaire entre l'ADN, porteur de gènes, et la protéine issue de l'ADN.

Cette molécule intermédiaire est l'ARN messager, molécule monocaténaire pouvant sortir du noyau par les pores nucléaires (contrairement à l'ADN, qui est bicaténaire et dont la taille de 2 nm de diamètre ne permet pas sa sortie du noyau). Cet acide ribonucléique est une molécule plus courte que l'ADN et est formée d'une succession de nucléotides qui diffèrent de ceux de l'ADN par l'uracile U (qui remplace la thymine).

L'ARN messager est un transcrit particulier car il provient de l'épissage du transcrit primaire (ARN pré-messager).

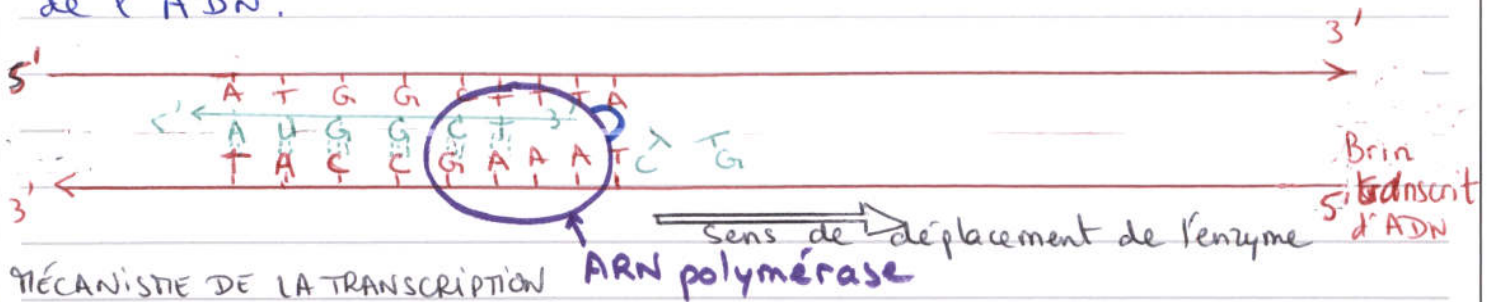
Il existe d'autres transcrits dont le plus important est l'ARN ribosomal ARNr ($\approx 80\%$ des transcrits) et l'ARN de transfert ARNt, dont nous parlerons ultérieurement.

Dans les organites des cellules eucaryotes, se trouvent également l'ARN mitochondrial et l'ARN des plastides.

c) Le mécanisme de transcription : passage du gène au transcrit

La transcription a lieu dans le cytoplasme des cellules procaryotes, et dans le noyau des cellules eucaryotes, et les organites.

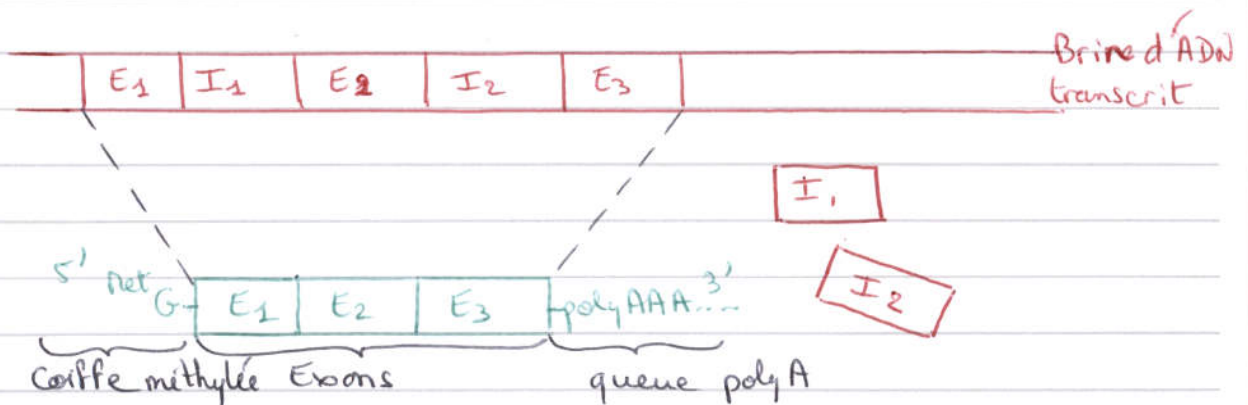
Le principe général est le même pour tous : formation d'un transcrit grâce à un complexe enzymatique constitué d'une ARN polymérase qui constitue le transcrit par complémentarité avec le brin transcrit de l'ADN.



MÉCANISME DE LA TRANSCRIPTION

La complémentarité entre ARN et ADN a lieu grâce à des liaisons hydrogènes entre une base purique (A, G) et une base pyrimidique (U, C).

L'ARN pré-messager formé par transcription subit au cours de son elongation un épissage qui consiste à éliminer les parties non codantes du gène, et un adressage qui protège les extrémités de l'ARN :



ÉPISSAGE DE L'ARNM (I₁, I₂ : Introns)

Epreuve - Matière : 101 - 3760

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Le transcriptome regroupe différentes molécules d'ARN. Il résulte de la transcription de gènes, portions d'ADN, effectuée par un complexe enzymatique contenant l'ARN polymérase. Cette transcription est régulée par différents facteurs dont les transcrits.

II Le transcriptome : un acteur actif sur la transcription du génome

A) Les transcrits régulent et sont impliqués dans le mécanisme.

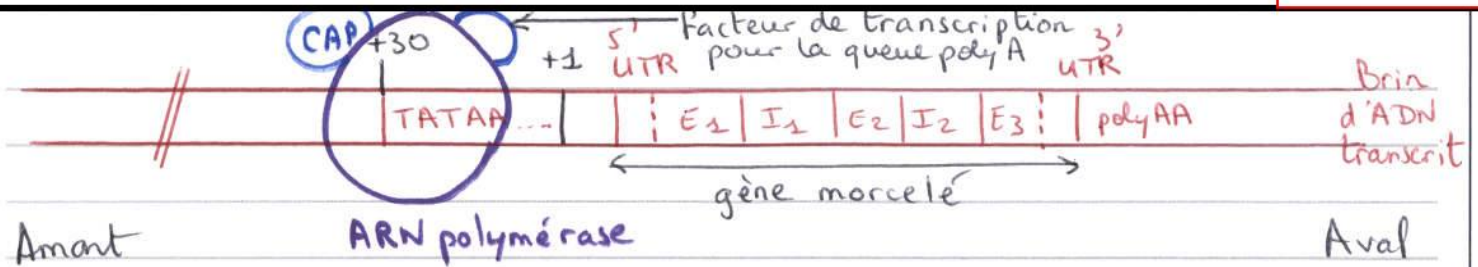
Certains transcrits, les ARNm, sont ensuite traduits en protéines dont certains jouent un rôle dans la transcription : enzymes et facteurs de transcription.

Ainsi la transcription débute par l'initiation : les facteurs de transcription se fixent sur l'ARN polymérase fixée au niveau des promoteurs de l'ADN.

Elle se poursuit par l'élongation qui consiste à construire l'ARN pré-messager qui subit un épissage par excision des introns et liaisons des exons, et adressage grâce à des facteurs de transcription dont CAP qui met en place la coiffe méthylée.

Elle se termine par la mise en place de la queue poly-A par un autre facteur de transcription.

6.46 / 20



① Initiation

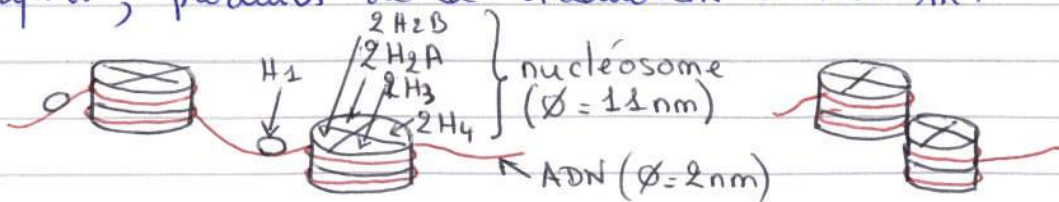
② Elongation (voir schéma p. 4)

B) Des enzymes issus de transcrits libèrent le génome

Le génome est porté par l'ADN qui est une molécule plus ou moins condensée selon les étapes de la vie d'une cellule.

Les facteurs de transcription ne peuvent se fixer que si l'ADN est décondensé, c'est-à-dire en phases G₁ et G₂ du cycle cellulaire.

Cette décondensation est permise par l'acétylation des queues des histones qui ne peuvent plus interagir ensemble par des liaisons hydrogène. L'acétylation s'effectue par des enzymes, produits de la traduction d'ARN_m.



ADN décondensé = euchromatine
 (histones acétylées)

ADN condensé = hétérochromatine
 (histones désacétylées et méthylées)

NIVEAU DE CONDENSATION DE L'ADN

6. / 8

Les transcrits, par l'intermédiaire de leurs produits (des protéines dont des enzymes et des facteurs de transcription), régulent donc la transcription et contribuent au mécanisme.

Ils servent également d'acteurs lors de la traduction des ARNm en protéines.

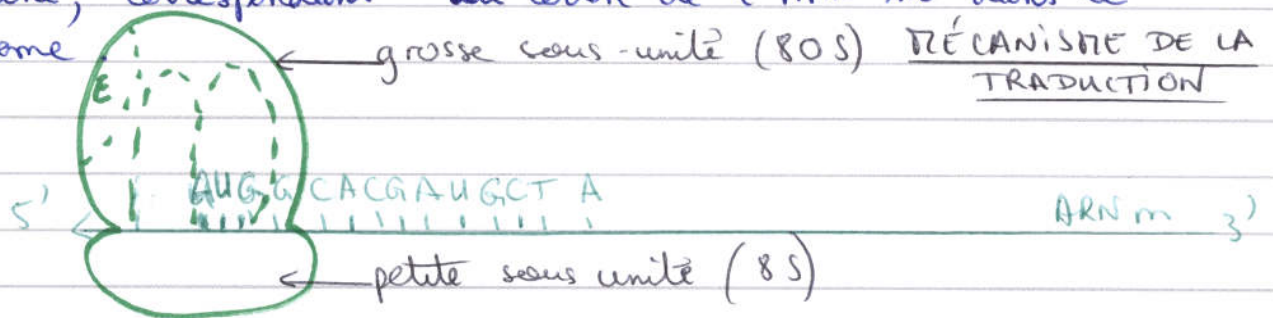
III Le transcriptome: acteurs dans la traduction

A) Les ARN ribosomiques et les ARN de transfert travaillent ensemble

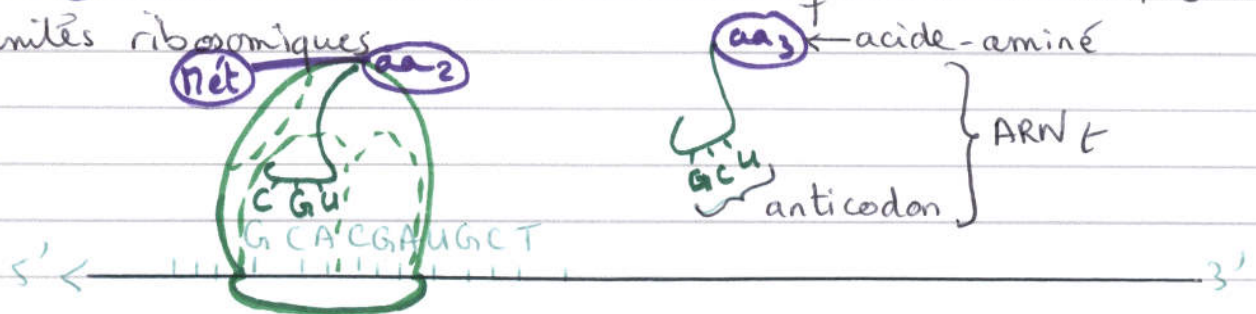
Ces deux types d'ARN proviennent du génome et agissent à la suite de la transcription dans le cytoplasme et dans les organites.

Les ARN ribosomiques structurent les ribosomes, formés d'une grande sous-unité et d'une petite sous-unité.

Les ARN de transfert ~~fixent~~ fixent l'acide aminé, monomère de protéine, correspondant au codon de l'ARNm dans le ribosome.



① Initiation de la traduction: fixation des deux sous-unités ribosomiques.



② Elongation: lecture et fixation de l'anticodon de l'ARNt par complémentarité avec le codon de l'ARNm.
• création de liaison peptidique entre les deux acides aminés

③ Terminaison: Arrêt de la traduction lorsque le ribosome arrive sur un codon STOP.

• désassemblage du ribosome.

Selon le type de transcrit, leur rôle sera donc différent mais les transcrits interviennent plus ou moins directement sur le génome.

Donc, la cellule contient des génomes localisés dans différents compartiments (dans le cas des cellules eucaryotes). Ces génomes sont tous portés par de l'ADN et permettent, après transcription, d'obtenir des transcrits qui jouent différents rôles : maintien de la structure de l'ADN, régulation de mécanismes.

La compréhension de ces mécanismes a permis le développement de biotechnologies afin d'améliorer la qualité de vie des humains (alimentation, santé) et l'environnement.

Ainsi par des techniques de transgénèse, via CRISPR-Cas9 par exemple, on peut créer des OGM (Organismes Génétiquement Modifiés) contenant un gène d'intérêt tel que celui permettant la production de caroténoïdes dans le riz doré (Riz transgénique). CRISPR-Cas9 provient d'un bactériophage.

Le domaine de la santé est également touché par ces technologies qui permettront peut-être de guérir totalement de certaines maladies génétiques en remplaçant le gène responsable de la maladie.