

STRUCTURES ET PROPRIÉTÉS DES MOLÉCULES D'ARN

Les acides ribonucléiques (ARN) sont la seconde famille des acides nucléiques.

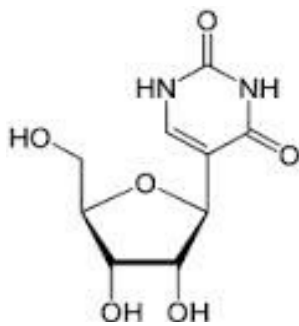
.....
 Dans les cellules, il existe plusieurs types d'ARN, répertoriés en fonction de leur structure et de leur fonction.
 Mais il existe des caractéristiques structurales communes à tous les ARN.

1. LES DIFFÉRENTS NIVEAUX STRUCTURAUX DES ARN

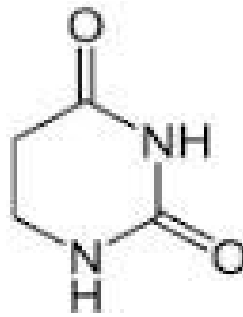
1.1. LA STRUCTURE PRIMAIRE DES ARN

En revanche :

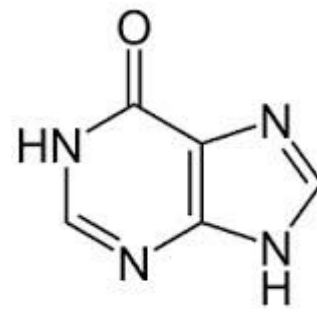
-
-
-
-



pseudouridine



dihydrouracile



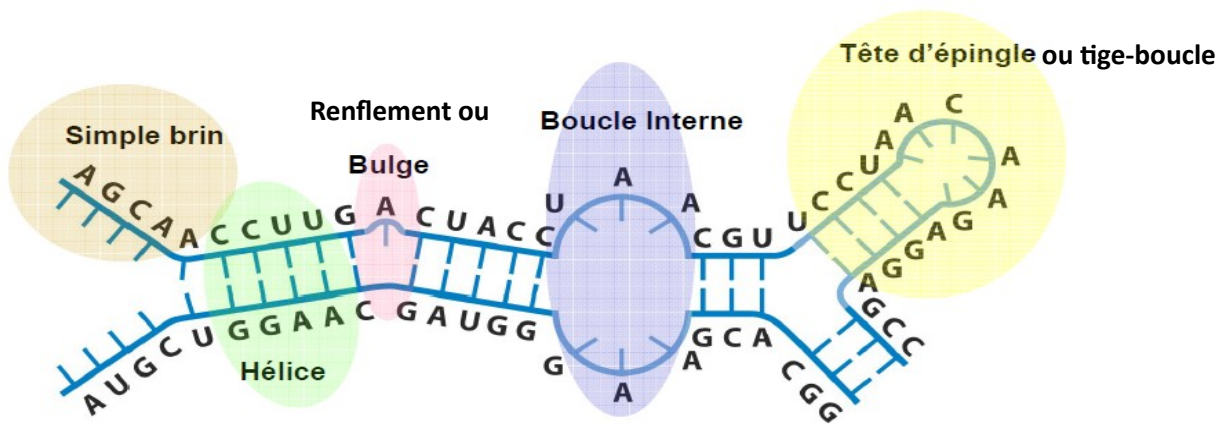
hypoxanthine

1.2. LES STRUCTURES SECONDAIRES DES ARN

Ces liaisons s'établissent entre deux segments distants d'une même chaîne d'ARN présentant une **complémentarité** suffisante pour des appariements en général, des séquences répétées inversées). Ceci entraîne une **conformation en double hélice** sur certaines zones de la molécule d'ARN (double hélice de conformation A).

Ces appariements peuvent se faire sur des longueurs très variables : de quelques bases à plusieurs dizaines.

La formation de ces doubles hélices entraîne des motifs structuraux bien définis et reproductibles :



Ces motifs élémentaires sont :

-
-
-

1.3. LES STRUCTURES TERTIAIRES DES ARN

Ces interactions peuvent être :

- des liaisons hydrogènes entre bases complémentaires de régions non appariées.
- des interactions entre bases azotées modifiées.
- entre atomes du squelette β -D-Ribose / phosphate.
- entre bases azotées et atomes du squelette ribose-phosphate.

Exemples : H du -OH du C2' du β -D-Ribose et O du groupement phosphate.

Les molécules d'ARN peuvent donc exister sous plusieurs conformations spatiales réversibles qui dépendent des conditions de milieu : $[Mg^{2+}]$, protéines, peptides...

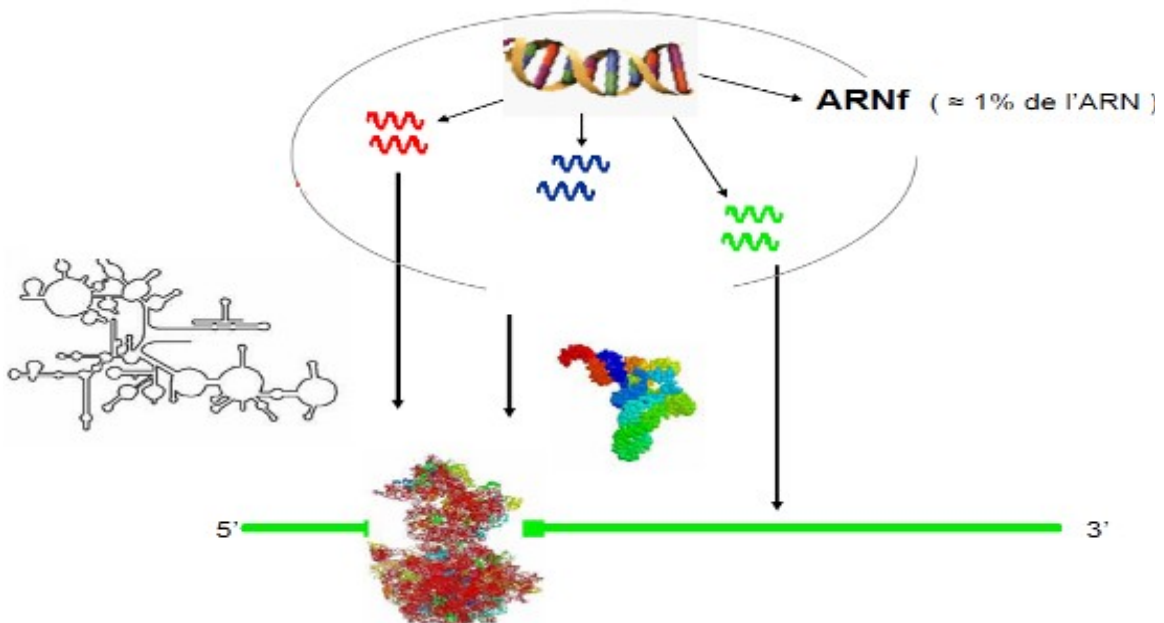
.....

2. LES DIFFÉRENTS ARN CELLULAIRES

.....

.....

Certains virus utilisent les molécules d'ARN comme **support de leur information génétique** (*Orthomyxoviridae* dont l'*Influenza virus*, *Reoviridae* dont le rotavirus, *Picornaviridae* dont le poliovirus, *Retroviridae* dont le VIH).



2.1. LES ARN MESSAGERS : ARNm

2.1.1. LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES ARN MESSAGERS

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Leur durée de vie est relativement courte :

- 1 à 2 minutes chez une bactérie (correspond au temps de synthèse d'une chaîne polypeptidique de taille moyenne car traduction et transcription sont couplées).
- plus longue chez les organismes supérieurs (de quelques heures à 24 heures).

2.1.2. LES CARACTÉRISTIQUES STRUCTURALES DES ARN MESSAGERS

.....

La structure des **ARNm procaryotes** est présentée ci-après :

Dans le cas des **ARNm eucaryotes** il y a quelques caractéristiques structurales supplémentaires :

-
-
-
-
-

La taille des ARNm est très variable :

-
-

2.2. LES ARN DE TRANSFERT : ARNt

.....

.....

.....

.....

2.2.1. LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES ARN DE TRANSFERT

Taille :

.....

Il existe, chez l'Homme, environ **70 ARNt différents** alors qu'il n'existe que **20 acides aminés différents** ; donc plusieurs ARNt portent le même acide aminé, ils sont appelés **ARNt isoaccepteurs**. Ils diffèrent entre eux au niveau de leur séquence nucléotidique mais ils peuvent avoir soit :

- le même anticodon.
- des anticodons différents mais qui correspondent au même acide aminé (car plusieurs codons du code génétique codent pour le même acide aminé → dégénérescence du code génétique)

.....

Ils comportent des nucléotides rares, inhabituels :

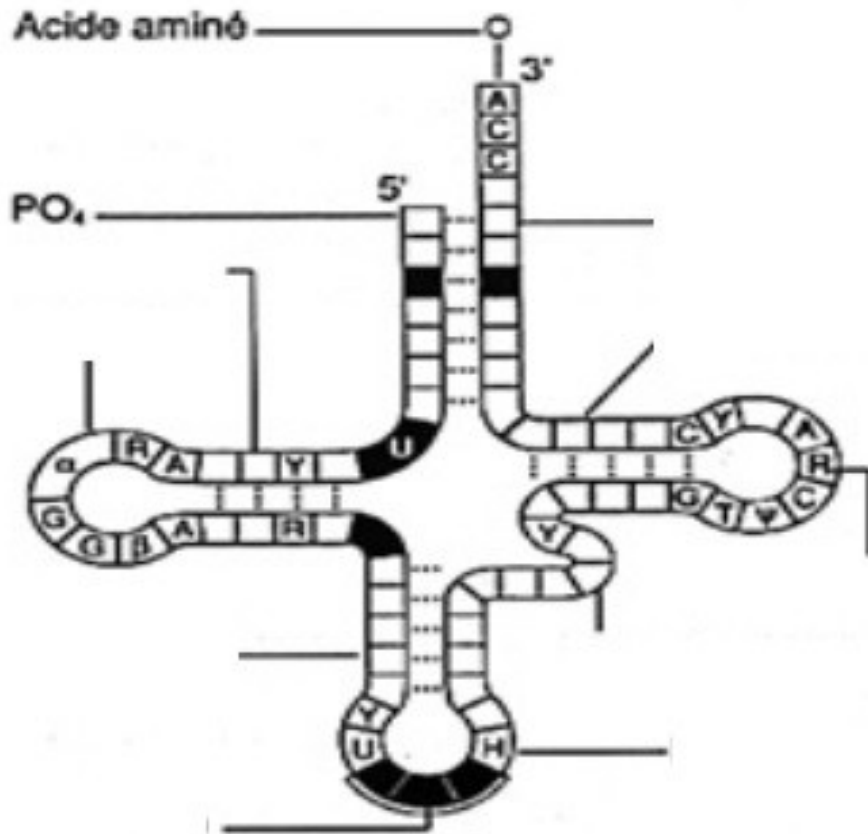
-
 -
 -
-

Ces modifications sont réalisées après synthèse de la chaîne nucléotidique lors du processus de maturation des ARNt.

Malgré la diversité de leur structure primaire, les ARNt se ressemblent tous au niveau des structures secondaires et tertiaires.

2.2.2. LA STRUCTURE SECONDAIRE DES ARNt : STRUCTURE EN « FEUILLE DE TRÈFLE »

La structure secondaire des ARNt, dite en « **feuille de trèfle** », correspond à une structure formée de **plusieurs boucles et tiges maintenues par des liaisons hydrogène** ; ce qui donne **4 branches (ou bras) en hélice et 4 boucles** que l'on désigne par leur fonction ou leur caractéristique de structure.



✓ Branche accepteur :

-
-
-
-

✓ Branche et boucle de l'anticodon :

.....
.....

✓ Branche et boucle D :

.....

✓ Branche et boucle TΨC :

.....

✓ Boucle variable :

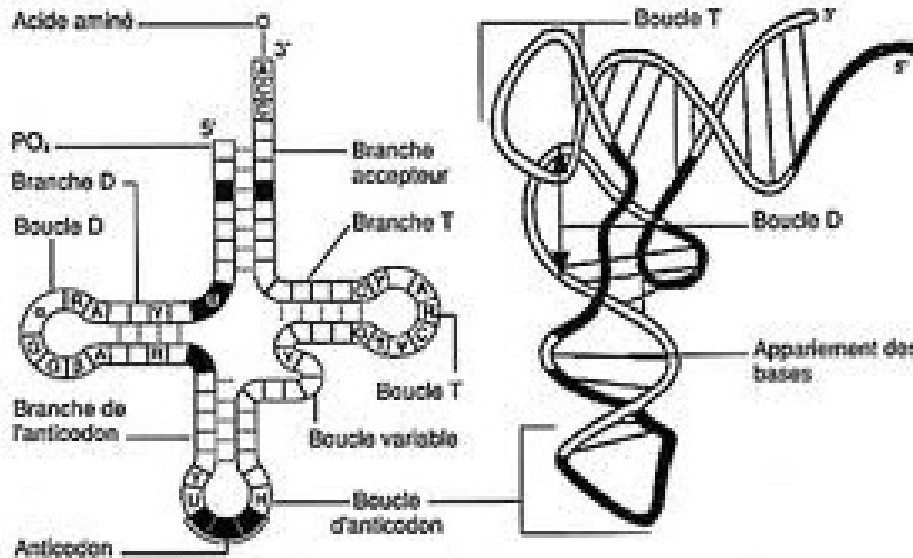
.....
.....

2.2.3. LA STRUCTURE TERTIAIRE DES ARNt : STRUCTURE « EN L »

La structure tertiaire des ARNt, dite « en L », correspond à la conformation tridimensionnelle de l'ARNt.
Elle résulte de l'interaction entre :

-
-

Cette compaction laisse l'extrémité 3'-OH acceptrice et la boucle anticodon accessibles.



2.3. LES ARN RIBOSOMIQUES (RIBOSOMAUX) : ARNr

2.3.1. LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES ARN RIBOSOMIQUES

-
-
-
-

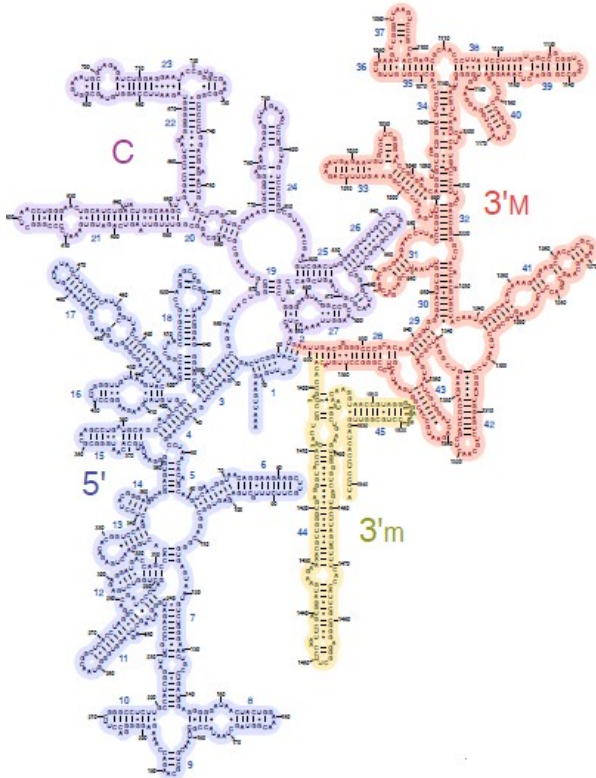
2.3.2. LES STRUCTURES SECONDAIRE ET TERTIAIRE DES ARN RIBOSOMIQUES

.....

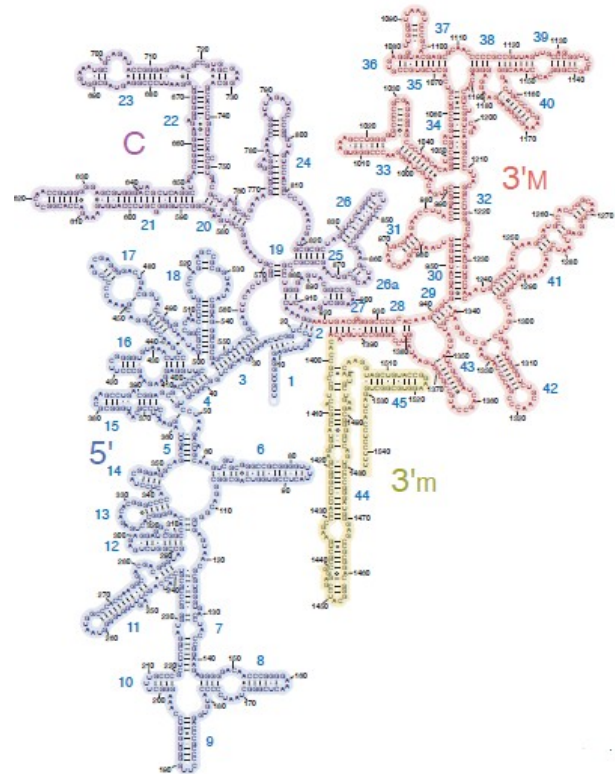
Bien que leur structure primaire soit différente, il est retrouvé une même structure secondaire-type conservée chez de nombreux ARNr.

-
-

Structure secondaire de l'ARNr 16S d'*Escherichia coli*



Structure secondaire de l'ARNr 16S de *Thermus thermophilus*

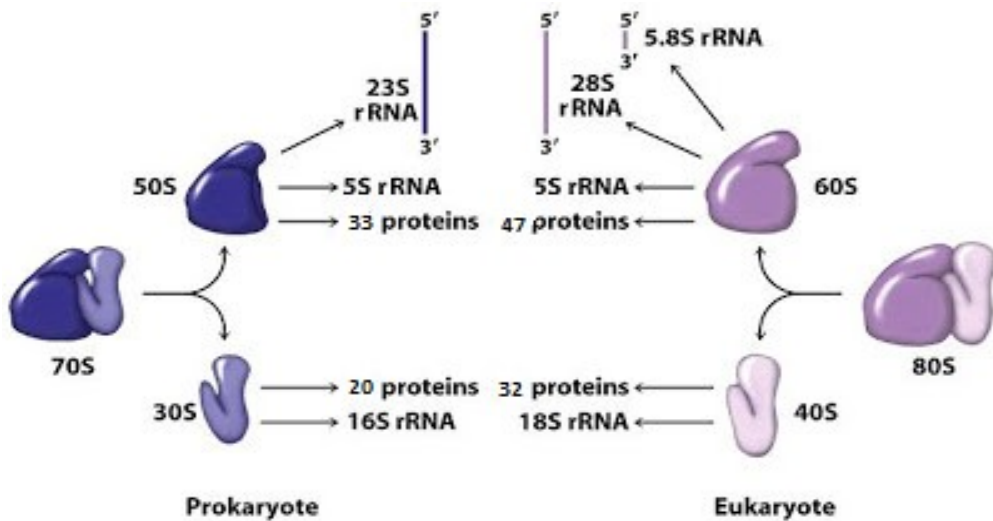


2.3.3. LES ARN RIBOSOMIQUES AU SEIN DES RIBOSOMES

Les ribosomes sont des complexes supramoléculaires formés de deux sous-unités, et constitués :

-
-

La composition des ribosomes est différente entre les organismes procaryotes et eucaryotes :



À partir du schéma précédent, compléter le tableau suivant :

		RIBOSOME EUCARYOTE	RIBOSOME PROCARYOTE
RIBOSOME COMPLET	Coefficient de sédimentation		
	Masse moléculaire	$\approx 3,2 \cdot 10^6$ Da	$\approx 2,0 \cdot 10^6$ Da
	Diamètre		
GRANDE SOUS-UNITÉ DU RIBOSOME	Coefficient de sédimentation		
	Masse moléculaire	$\approx 2,0 \cdot 10^6$ Da	$\approx 1,3 \cdot 10^6$ Da
	Protéines		
	ARNr		
PETITE SOUS-UNITÉ DU RIBOSOME	Coefficient de sédimentation		
	Masse moléculaire	$\approx 1,2 \cdot 10^6$ Da	$\approx 0,7 \cdot 10^6$ Da
	Protéines		
	ARNr		

S : coefficient de sédimentation, exprimé en Svedberg.

Il existe donc différents ARNr distincts par leur coefficient de sédimentation :

-
-

.....

2.4. LES ARN FONCTIONNELS

✓ Les snRNA (sn : small nuclear) :

Les snRNA sont des petits ARN nucléaires, de 100 à 200 nucléotides, qui ont un rôle dans la maturation des ARNm (épissage) et des ARNr.

✓ Les snoRNA (sn : small nucleolar) :

Les snoRNA sont des petits ARN nucléolaires, d'environ 100 nt, qui sont impliqués dans la maturation des ARNr.

✓ Les miRNA et siRNA :

Les miRNA et siRNA sont des ARN de petites tailles, environ 20 nucléotides, qui sont capables d'interférer avec les ARNm et moduler l'expression des gènes.

- miRNA (micro-ARN) : interviennent dans la régulation post-transcriptionnelle.
- siRNA (small interfering RNA = petit ARN interférant) : ils sont synthétisés après exposition à un ARN étranger, et sont complémentaires à 100 % des ARNm cibles.

3. LES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DES MOLÉCULES D'ARN

3.1. LA SOLUBILITÉ DES MOLÉCULES D'ARN

.....

.....

.....

3.2. LA CHARGE DES MOLÉCULES D'ARN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.3. LES PROPRIÉTÉS SPECTRALES DES MOLÉCULES D'ARN

.....

.....

3.4. L'HYDROLYSE DES MOLÉCULES D'ARN

Les liaisons phosphodiester présentes dans les molécules d'ARN peuvent être rompues.

3.4.1. LES HYDROLYSES CHIMIQUES DES MOLÉCULES D'ARN

✓ **Hydrolyse acide à chaud :**

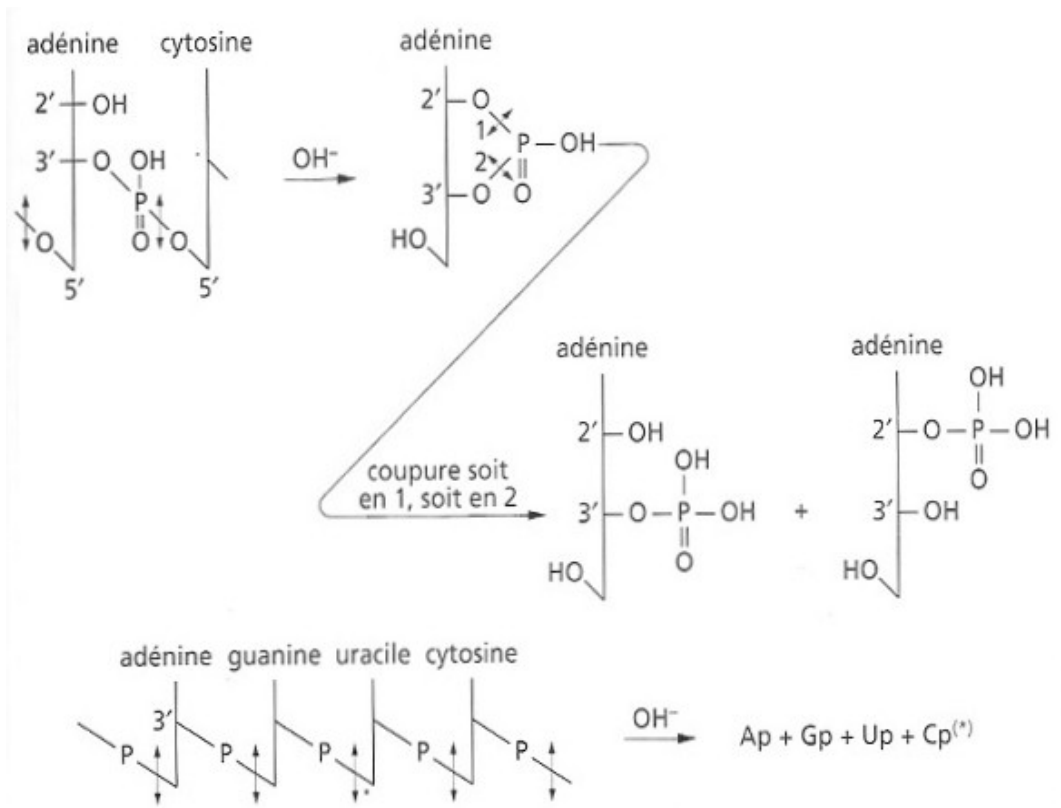
Tout comme pour la molécule d'ADN, les ARN sont hydrolysés en H_3PO_4 + bases azotées + dérivées furfuraliques (pentoses dégradés).
Cette méthode est peu utilisée.

✓ **Hydrolyse alcaline :**

.....

.....

.....



3.4.2. L'HYDROLYSE ENZYMATIQUE DES MOLÉCULES D'ARN

.....

.....

3.5. LA DÉNATURATION THERMIQUE ET L'HYBRIDATION DES MOLÉCULES D'ARN

La dénaturation thermique se manifeste également chez les ARN du fait de l'existence de zones en double hélice qui se dissocient successivement. Elles sont particulièrement visibles pour les ARNt.

.....

.....

.....