

UNE PROTÉINE SPÉCIFIQUE DU CERVEAU DES PLANTES

Le mystère 14-3-3

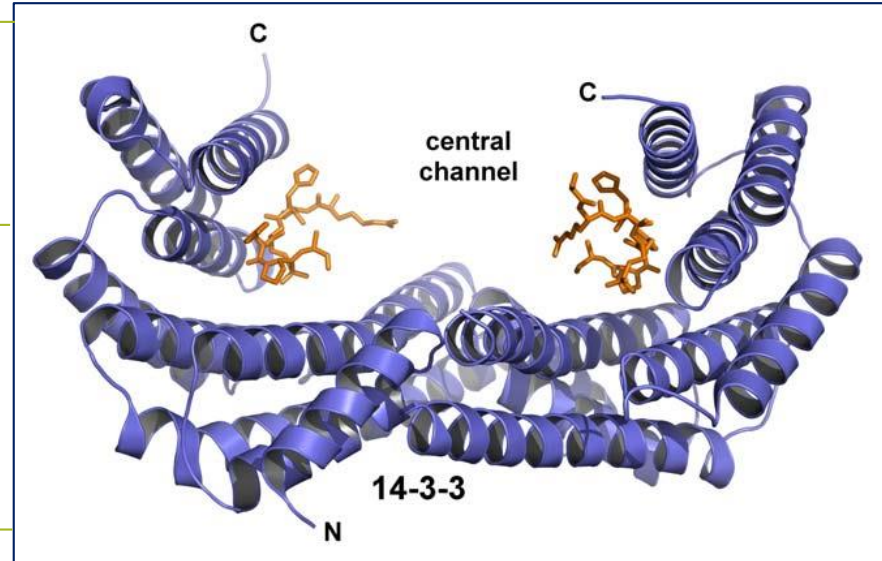
Qui est-la protéine 14-3-3 ?



260 aa

Observée dans les
plantules, racines et
panicules

Son expression peut être
induite en réponse à divers
stress



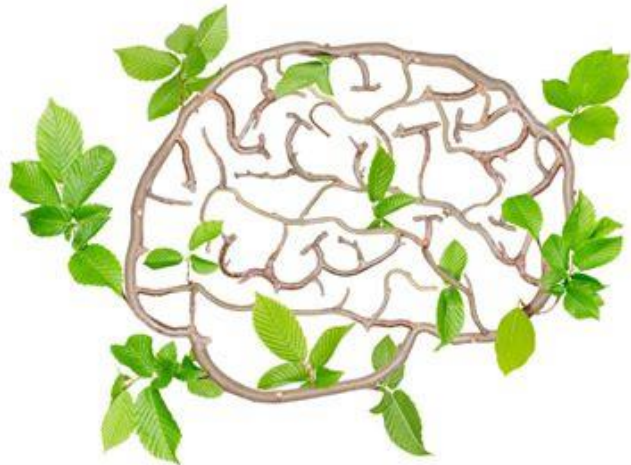
Codé par le gène GF14-F
Sur le chromosome 3

Impliquée dans la signalisation
du point de contrôle des
dommages à l'ADN et la
transduction du signal

Contribue à la survie et
à la croissance de la
plante

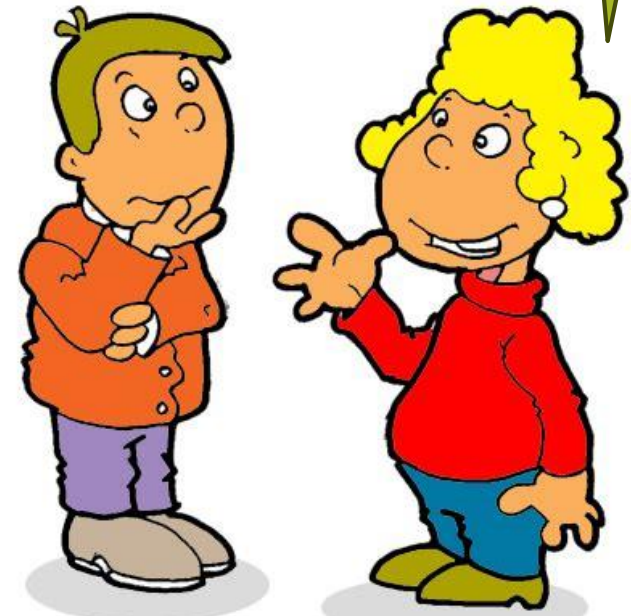
Quel est donc le problème ?

La protéine 14-3-3 de *Oryza Sativa*, elle
annoté comme étant “brain specific”



Mais non ! On a bien
regardé ! On l'aurait vu
quand même !

Tu crois que les
plantes ont un
cerveau ??

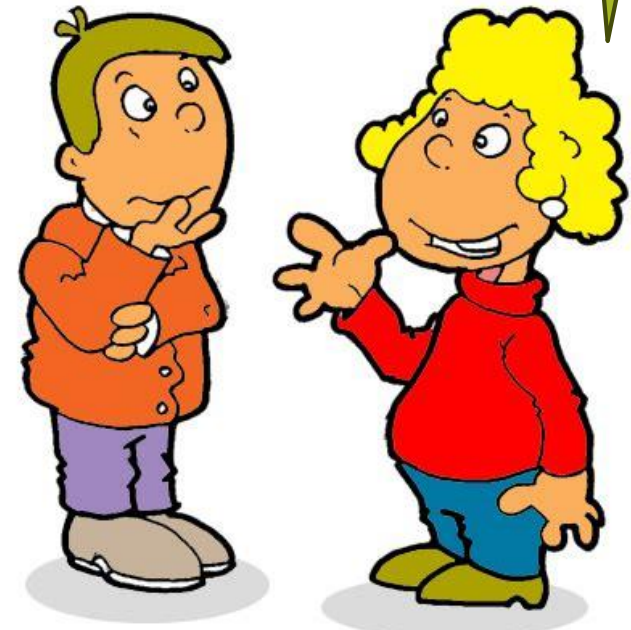


Quel est donc le problème ?

La protéine 14-3-3 de *Oryza Sativa*, elle a été annotée comme étant "brain specific"



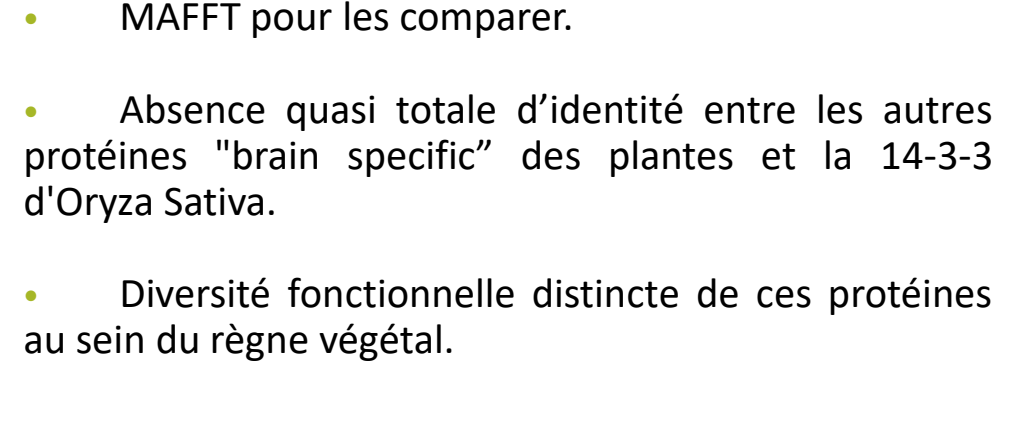
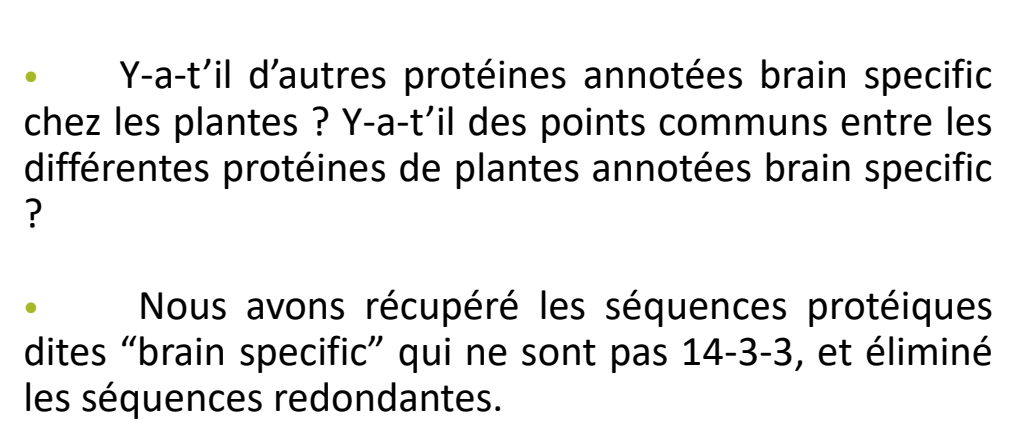
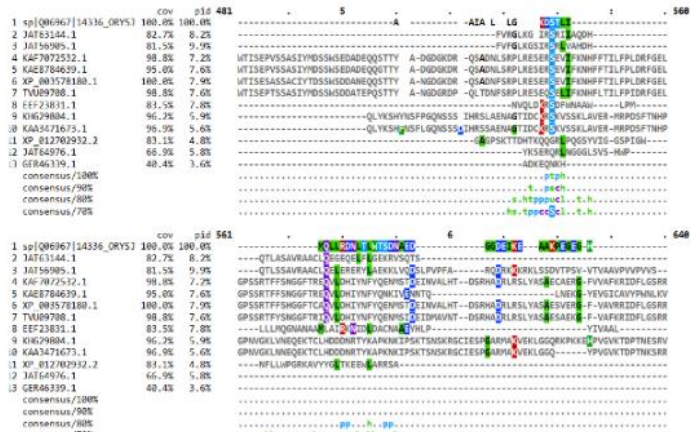
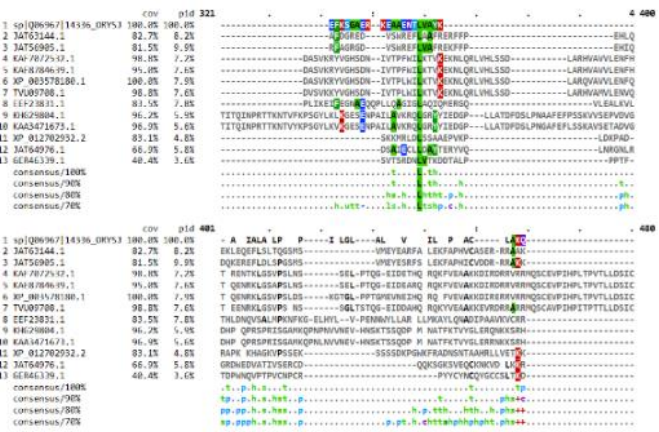
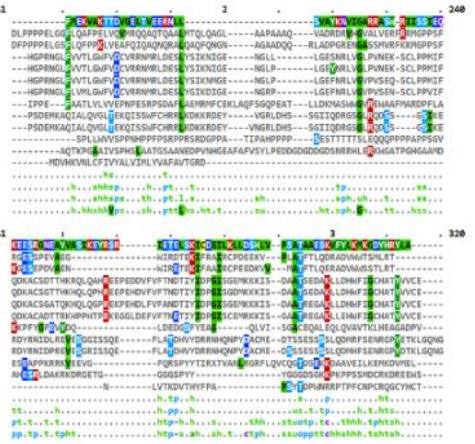
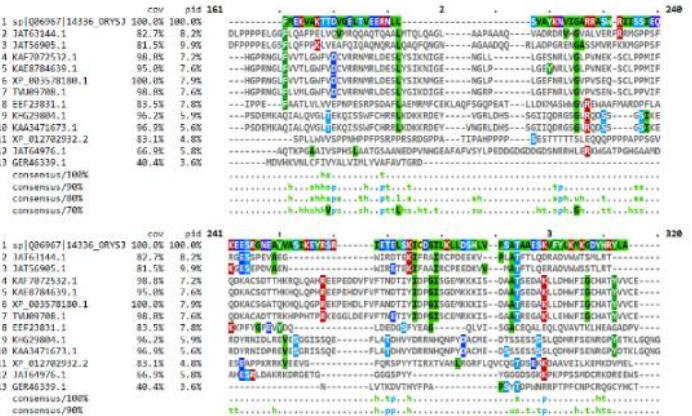
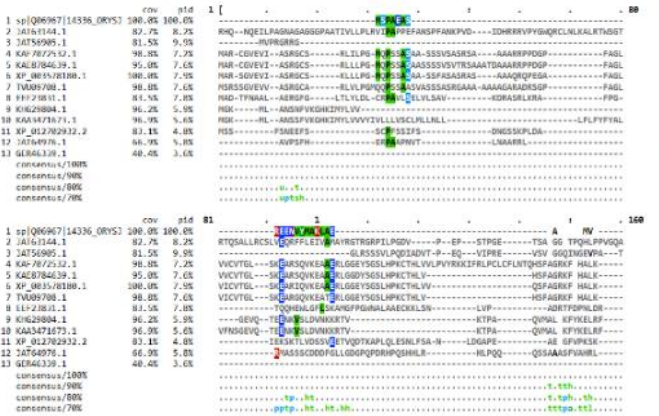
Nous allons chercher dans les banques si il y a d'autres cas similaires et comprendre d'où vient cette annotation



Mais non ! On a bien regardé ! On l'aurait vu quand même !

Tu crois que les plantes ont un cerveau ??

Comparaison des protéines dites "brain specific" chez les plantes :



- Y-a-t'il d'autres protéines annotées brain specific chez les plantes ? Y-a-t'il des points communs entre les différentes protéines de plantes annotées brain specific ?
- Nous avons récupéré les séquences protéiques dites "brain specific" qui ne sont pas 14-3-3, et éliminé les séquences redondantes.
- MAFFT pour les comparer.
- Absence quasi totale d'identité entre les autres protéines "brain specific" des plantes et la 14-3-3 d'Oryza Sativa.
- Diversité fonctionnelle distincte de ces protéines au sein du règne végétal.



L'annotation "brain specific" nous semblait de moins en moins cohérente.

Des divergences entre les banques ?



SMART de la protéine 14-3-3

14_3_3 domain

This is a SMART [14_3_3 domain](#) ([full annotation](#)).

Position: 8 to 251
E-value: 5.7266768737686e-207 ([HMMER2](#))



SMART ACC: [SM000101](#)

Definition: 14-3-3 homologues

Description: 14-3-3 homologues mediates signal transduction by binding to phosphoserine-containing proteins. They are involved in growth factor signalling and also interact with MEK kinases.

Interpro abstract ([IPR023410](#)): The 14-3-3 proteins are a large family of approximately 30kDa acidic proteins which exist primarily as homo- and heterodimers within all eukaryotic cells [([full abstract](#))]

14_3_3 domain sequence (244 aa):

[Submit to BLAST](#)

[Align with the SMART alignment](#)

[Copy to clipboard](#)

```
REENVYMAKLAEQAERYEEMVEFMKVAKTTDVGELTVEERNLLSVAYKNVIGARRASWR  
IISSIEQKEESRGNEAYVASIKEYRSRIETELSKI CDGILKLLDShLVPSATAAESNVFY  
LKMKGDYHRYLAEFKSGAERKEAAENTLVAYKSAQDIALADLPTTHPIRLGLALNLSVYF  
YEILNSPDRACNLAKQAFDDAIAELDTLGEESYKSTLIMQLLRDNLTLWTSDNAEDGGD  
EIKE
```

- SMART de la protéine 14-3-3 d'Oryza pour détecter des domaines protéiques spécifiques.
- SMART nous a permis d'identifier avec précision le domaine protéique 14-3-3.
- On retrouve ces domaines chez 6252 eucaryotes (1118 champignons, 2856 metazoaires, 1766 viridiplantae) et 16 bactéries

Psiblast pour la recherche de protéobactère



- Psiblast en cherchant uniquement les protéobactères.
- Il y a 91 séquences de protéobactères qui ressortent.

Comparaison entre 14-3-3 Oryza Sativa et 14-3-3 dans le règne animal

	cov	pid	1
1 Oryza	100.0%	100.0%	S P A E S R E E N Y M K L A E Q E R Y E E V E P E K V A K T I D V C E L T E E R N L S V A Y K N V I G A R R S W R L S S E Q K E E S R
2 Arabidopsis	95.0%	74.7%	N A H T L G R D Q Y V M K L A E Q E R Y E E V Q P E Q L T G A T P A E E T V E E R N L S V A Y K N V I G S L R A M R V S S E Q K E E S R
3 HomoSapiensE	97.7%	72.8%	N D --- D R E D L V Y Q K L A E Q E R Y D E V E S H K K V A G M D -- V E L T E E R N L S V A Y K N V I G A R R S W R L S S E Q K E E N K
4 Poulet	97.7%	72.8%	N D --- D R E D L V Y Q K L A E Q E R Y D E V E S H K K V A G M D -- V E L T E E R N L S V A Y K N V I G A R R S W R L S S E Q K E E N K
5 Souris	97.7%	72.8%	N D --- D R E D L V Y Q K L A E Q E R Y D E V E S H K K V A G M D -- V E L T E E R N L S V A Y K N V I G A R R S W R L S S E Q K E E N K
6 Drosophile	95.4%	60.8%	K S -- T V D K E E L I Q K K L A E Q E R Y D D M A Q A M K S - V T E T G -- V E L S E E R N L S V A Y K N V G A R R S S W R V S S E Q K T E --
7 HomoSapiensT	94.2%	58.8%	---- M E K T E L I Q K K L A E Q E R Y D D M A T C H K A - V T E Q G -- A E L S E E R N L S V A Y K N V G G R S S W R V S S E Q K T D --
8 Taureau	95.4%	56.1%	---- M E R A S L I Q K K L A E Q E R Y E D M A A F M K S - A V E K G -- E E S E E R N L S V A Y K N V G G Q R A M R V L S S E Q K S N E E
9 Mouton	95.4%	56.1%	---- M E R A S L I Q K K L A E Q E R Y E D M A A F M K S - A V E K G -- E E S E E R N L S V A Y K N V G G Q R A M R V L S S E Q K S N E E
consensus/100%		t+tp.l...KLAEQERY--Hst.tct.sst.s...EloSEERNLSVAYKNVIGu.RuunRLLSS.EQKpp..
consensus/90%		t+tp.l...KLAEQERY--Hst.tct.sst.s...EloSEERNLSVAYKNVIGu.RuunRLLSS.EQKpp..
consensus/80%		p+tpH.l...KLAEQERY--Hst.tcp.ssths...EloSEERNLSVAYKNVIGupRuunRLLSS.EQKpp..
consensus/70%		-Rpp.l.p.KLAEQERY--Hsp.tkp.sths...EloSEERNLSVAYKNVIGupRuunRLLSS.EQKp-pc

	cov	pid	81
1 Oryza	100.0%	100.0%	G N E Y W A S K E Y R S R E T E L S K C D G T K L D S H L V S A T A E S K F Y K K K D Y H R Y L A E F K S G E R K E A A E N T L V A Y K
2 Arabidopsis	95.0%	74.7%	K N D E H S L V R D Y R S K V E S E S S V S E S T K L D S H L T S A G A E S K F Y K K K D Y H R Y L A E F K S G E R K T A A E D T M L Y K
3 HomoSapiensE	97.7%	72.8%	G G E D K L K M R E Y R Q M V E T E K L I C C D L D V L D K H L I P A A N T G E S K F Y K K K D Y H R Y L A E B A T G N D R K E A A E N S L V A Y K
4 Poulet	97.7%	72.8%	G G E D K L K M R E Y R Q M V E T E K L I C C D L D V L D K H L I P A A N T G E S K F Y K K K D Y H R Y L A E B A T G N D R K E A A E N S L V A Y K
5 Souris	97.7%	72.8%	G G E D K L K M R E Y R Q M V E T E K L I C C D L D V L D K H L I P A A N T G E S K F Y K K K D Y H R Y L A E B A T G N D R K E A A E N S L V A Y K
6 Drosophile	95.4%	60.8%	A S A R K Q Q L A R E Y R E R V E K E R E T C Y E V L G L D K Y L I P K S N P E S K F Y K K K D Y R Y L A E V A T G D A R N T V D D S Q T A Y Q
7 HomoSapiensT	94.2%	58.8%	T S D K K L Q L K D Y R E K V E S E R S C T T V L E L D K Y L I A N T N P E S K F Y K K K D Y F R Y L A E V A C G D D R K T I D N S Q G A Y Q
8 Taureau	95.4%	56.1%	S S E E K G P E V Q E Y R E K V E T E R G V G D T V L G L D H L I K E A G D E S R F Y K K K D Y R Y L A E V A T G D D K R I I D S A R S A Y Q
9 Mouton	95.4%	56.1%	S S E E K G P E V Q E Y R E K V E T E R G V G D T V L G L D H L I K E A G D E S R F Y K K K D Y R Y L A E V A T G D D K R I I D S A R S A Y Q
consensus/100%			tsstth...hp-yrphlEep.lc.tlltlDpa.l.tssssE+FYK.K.DyArYhA.Ehtsgst+pphh-ss..Ayp
consensus/90%			tsstth...hp-yrphlEep.lc.tlltlDpa.l.tssssE+FYK.K.DyArYhA.Ehtsgst+pphh-ss..Ayp
consensus/80%			ss-c+h..lp-yrphlEep.lcsslltlDpa.l.tssssE+FYK.K.DyArYLA.Ehtsgs--kphh-ss..sAyp
consensus/70%			uu-cKht.l+YRphlEeE+lcsslltlDph.lstssuESK.FYK.K.DyArYLA.Ehtsgs--kphh-ss..sAyp


	cov	pid	161
1 Oryza	100.0%	100.0%	S Q D T A L D L F T T H P I R G L A I N F S F Y Y E L N S D R C R L K A F D D A I A E D T L S E E S Y K D S T L I Q L R D N T W T S
2 Arabidopsis	95.0%	74.7%	A R Q D I A A D M A P T H P I R G L A I N F S F Y Y E L N S D R C R L K A F D D A I A E D T L S E E S Y K D S T L I Q L R D N T W T S
3 HomoSapiensE	97.7%	72.8%	A A S D I A M T E L P T H P I R G L A I N F S F Y Y E L N S D R C R L K A F D D A I A E D T L S E E S Y K D S T L I Q L R D N T W T S
4 Poulet	97.7%	72.8%	A A S D I A M T E L P T H P I R G L A I N F S F Y Y E L N S D R C R L K A F D D A I A E D T L S E E S Y K D S T L I Q L R D N T W T S
5 Souris	97.7%	72.8%	A A S D I A M T E L P T H P I R G L A I N F S F Y Y E L N S D R C R L K A F D D A I A E D T L S E E S Y K D S T L I Q L R D N T W T S
6 Drosophile	95.4%	60.8%	D A F D I S K G K M O P T H P I R G L A I N F S F Y Y E L N S D R A C L A K A F D D A I A E D T L S E S Y K D S T L I Q L R D N T W T S
7 HomoSapiensT	94.2%	58.8%	E A F D I S K K E M P T N P I R G L A I N F S F Y Y E L N S E L A C T A K T F D E A I A E D T L S E S Y K D S T L I Q L R D N T W T S
8 Taureau	95.4%	56.1%	E A M D I S K K E M P T N P I R G L A I N F S F Y Y E L N S E E A I S L A K T T F D E A W D L H T L S E S Y K D S T L I Q L R D N T W T A
9 Mouton	95.4%	56.1%	E A M D I S K K E M P T N P I R G L A I N F S F Y Y E L N S E E A I S L A K T T F D E A W D L H T L S E S Y K D S T L I Q L R D N T W T A
consensus/100%			tlA..Duhtch.stpPIR.GLAINFS.FAYE.LNss-.hph.KtsF--Aha-LctLSE-SYKSDTLIQLRDN.T.WTu
consensus/90%			tlA..Duhtch.stpPIR.GLAINFS.FAYE.LNss-.hph.KtsF--Aha-LctLSE-SYKSDTLIQLRDN.T.WTu
consensus/80%			tlA..Duht-h.stpPIR.GLAINFS.FAYE.LNss-cAphL.KtsFD-Aha-LctLSE-SYKSDTLIQLRDN.T.WTu
consensus/70%			tlA..Duht-hs.TPIR.GLAINFS.FAYE.LNss-cAphL.KtsFD-AIAE.DT.LUE-SYKSDTLIQLRDN.T.WTS

- 14-3-3 chez les plantes est-elle bien l'homologue de la protéine 14-3-3 dans le règne animal ?
- Nous avons sélectionné deux protéines 14-3-3 issues du règne végétal, que nous avons ensuite comparées à la protéine 14-3-3 de divers animaux en utilisant l'outil MAFFT.
- Le pourcentage d'identité (et non de similarité) entre la protéine présente dans Oryza sativa et celle des animaux varie entre 72% et 56%, alors qu'il était de 74% entre les deux protéines végétales.
- Ce sont bien des protéines homologues

La protéine 14-3-3 est-elle brain specific dans le règne animal ?

Expressionⁱ

Gene expression databases

Bgee | [ENSG00000108953](#)  Expressed in superior frontal gyrus and 114 other tissues

- Nous avons recherché dans SwissProt une protéine 14-3-3 appartenant à un animal.
- La protéine 14-3-3 epsilon est exprimée de manière ubiquitaire à travers au moins 115 tissus différents.
- Elle n'est pas spécifique du cerveau.
- Rôle multifonctionnel dans la régulation de divers processus cellulaires, notamment la signalisation cellulaire, la prolifération, l'apoptose, la division cellulaire, et d'autres mécanismes cruciaux.
- Dans le cerveau elle intervient dans la neurotransmission et la plasticité synaptique.
- Les protéines 14-3-3 se divisent en deux familles distinctes, chacune comprenant au moins une isoforme chez les êtres humains chacune remplissant des fonctions spécifiques nécessaires à l'organisme.

Pourquoi cette annotation alors ?

Erreur d'annotation initiale

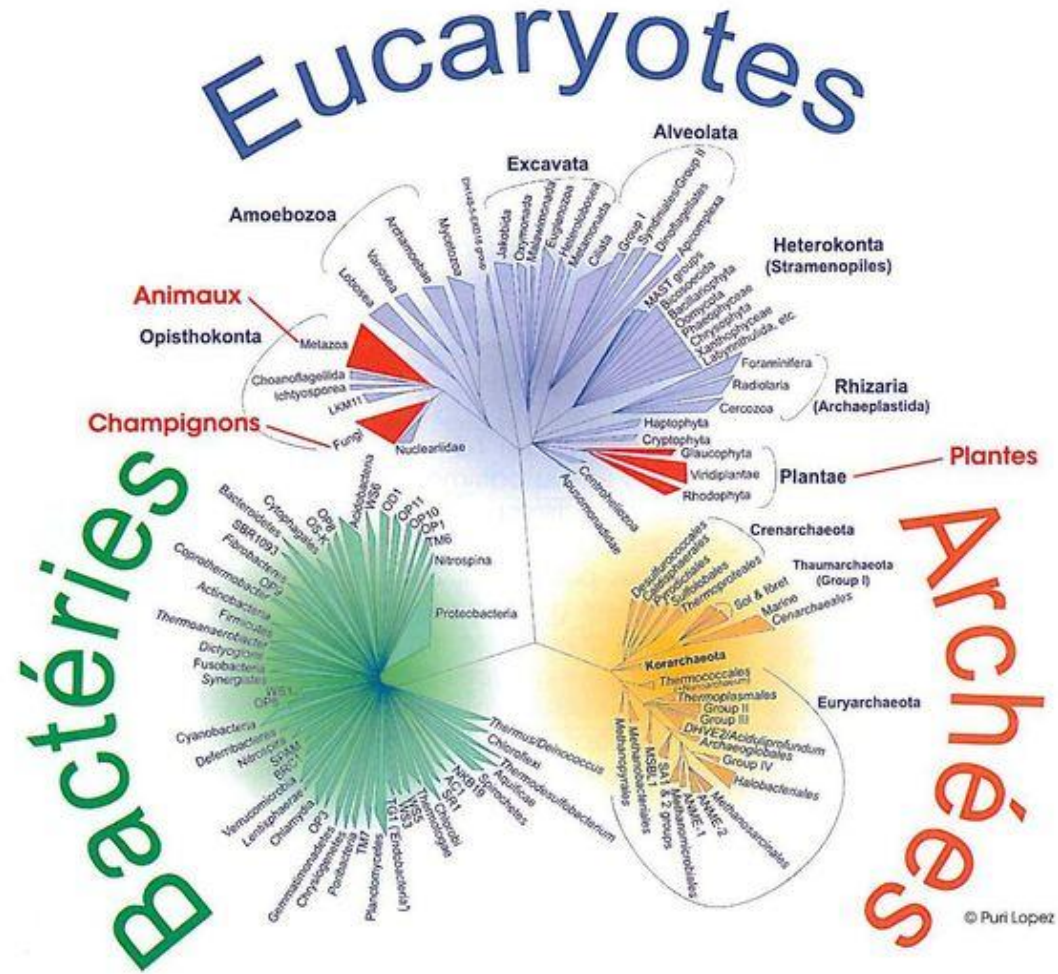
La littérature scientifique nous apprend que cette protéine a été initialement découverte chez les bovins, et son expression n'était observée que dans le cerveau par les chercheurs. Au fil du temps, dès que cette protéine 14-3-3 était découverte chez d'autres organismes, elle recevait également la même annotation, ce qui semblait justifié car elle n'était étudiée que chez les animaux à l'origine. Cependant, l'erreur est devenue évidente lorsque cette protéine a été découverte chez les plantes. Par conséquent, il est erroné d'attribuer l'annotation "spécifique au cerveau" à cette protéine chez les plantes et donc chez *Oryza sativa*.

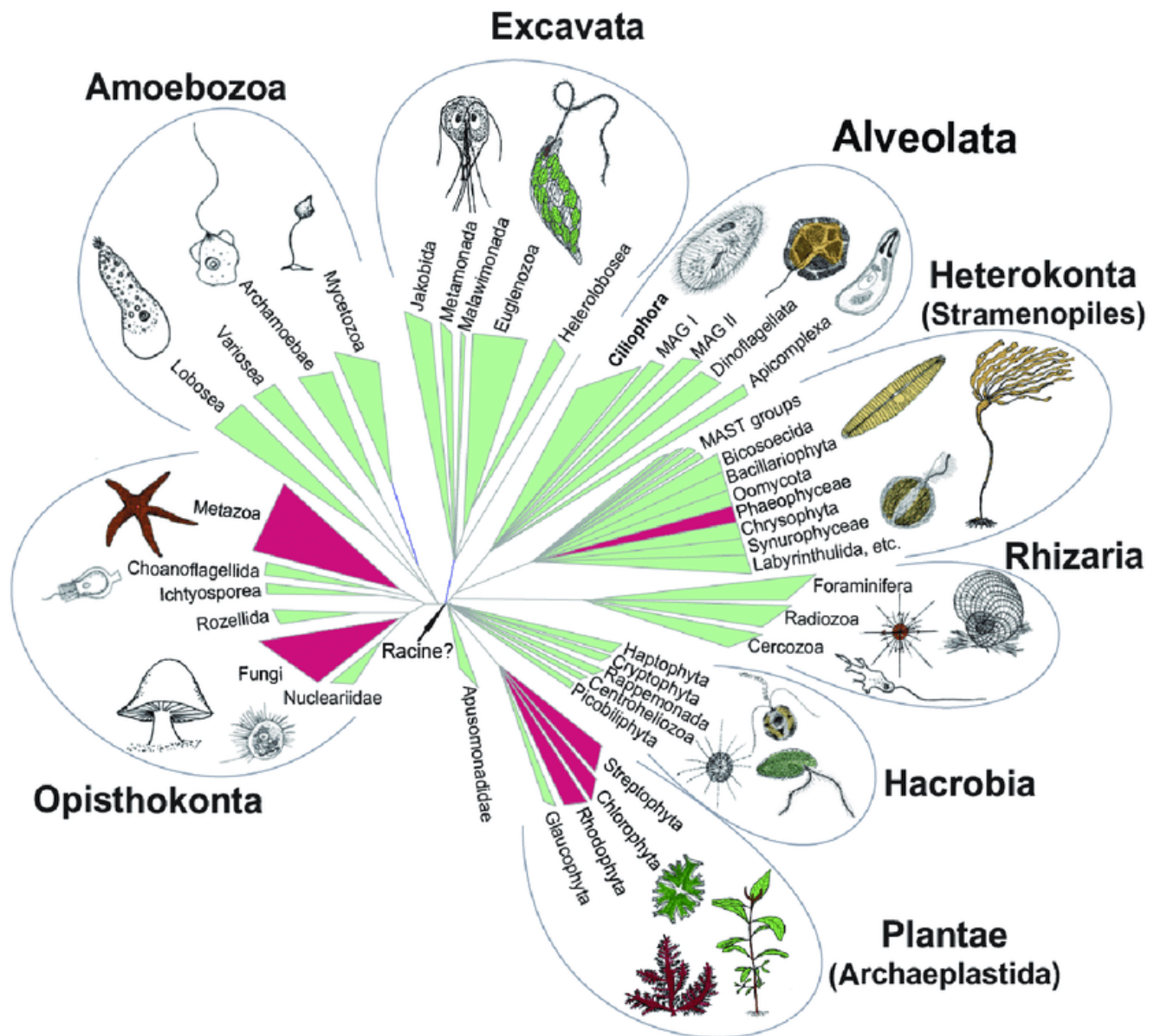
Justesse des banques de données

Il convient de noter que la correction d'erreurs dans les bases de données biologiques peut varier en termes de précision et de vérification. Un exemple illustrant cette disparité est l'observation que la base de données NCBI contient une erreur d'homologie, tandis que SwissProt ne présente pas cette erreur et est en outre validée par des experts. En particulier, dans NCBI, les séquences de protéines 14-3-3 chez les plantes sont annotées comme étant similaires à celles des protéines spécifiques au cerveau. Cette distinction souligne l'importance de la fiabilité des bases de données biologiques, qui peut varier d'une source à l'autre. Il est également crucial de noter que l'amélioration de cette fiabilité entraîne un investissement en termes de temps et de ressources pour effectuer ces corrections.



Ouverture :





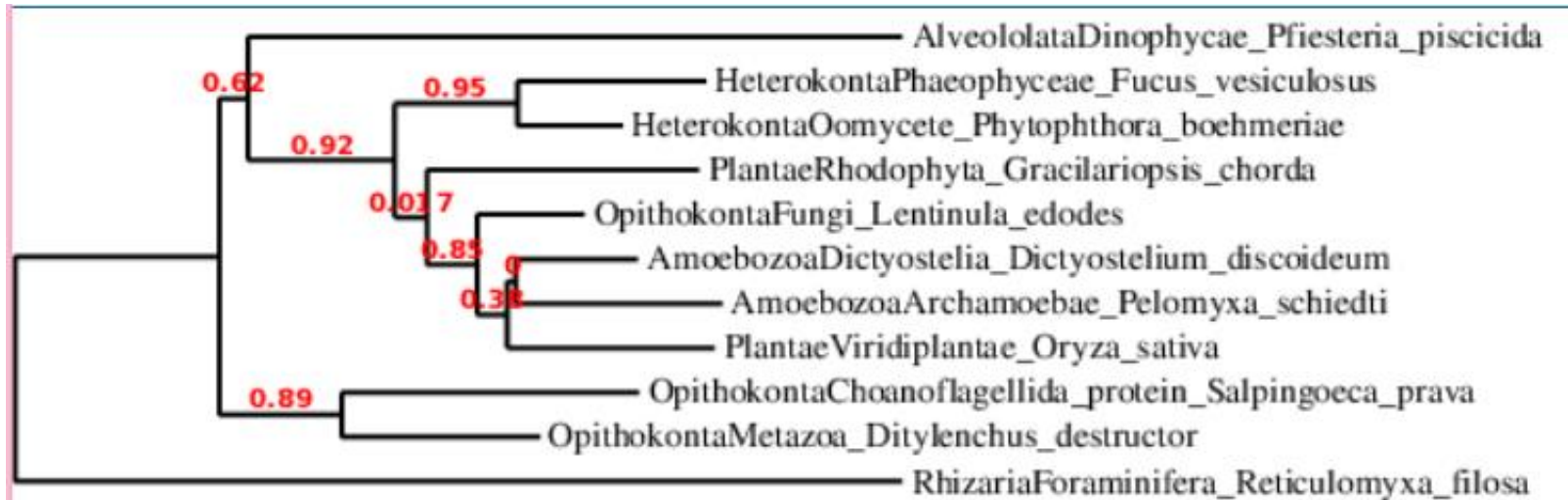
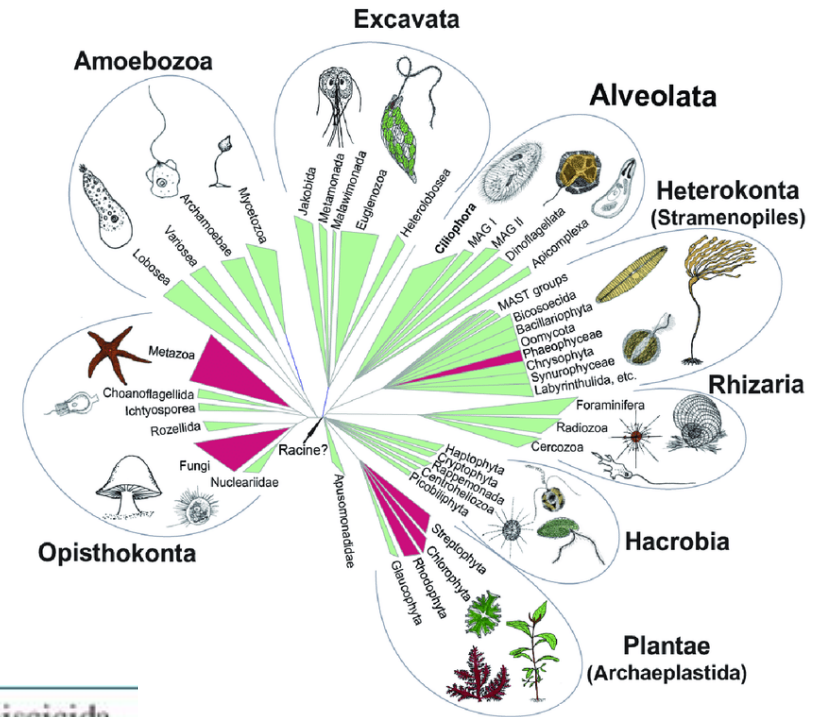
- PlantaeViridiplantae [Oryza sativa]
- PlantaeRhodophyta [Gracilariopsis chorda]
- RhizariaForaminifera [Reticulomyxa filosa]
- HeterokontaPhaeophyceae [Fucus vesiculosus]
- HeterokontaOomycete [Phytophthora boehmeriae]
- AlveololataDinophyceae[Pfiesteria piscicida]
- AmoebozoaDictyostelia [Dictyostelium discoideum]
- AmoebozoaArchamoebae [Pelomyxa schiedti]
- OpithokontaFungi [Lentinula edodes]
- OpithokontaChoanoflagellida protein [Salpingoeca prava]
- OpithokontaMetazoa [Ditylenchus destructor]
- Archée [MethanocaldococcusLauensis]
- Bactérie [Pseudomonas]
- Virus [Caudoviricetes]

	cov	pid	1 [80
1 PlantaeViridiplantae	100.0%	100.0%	Y	Y
2 AmoebozoaDictyostelia	96.2%	74.0%	Y	Y
3 OpithokontaFungi	97.7%	72.9%	Y	Y
4 AmoebozoaArchamoebae	97.7%	69.5%	Y	Y
5 PlantaeRhodophyta	97.3%	66.4%	Y	Y
6 HeterokontaPhaeophyceae	96.2%	64.8%	Y	Y
7 HeterokontaOomycete	95.8%	65.4%	Y	Y
8 OpithokontaChoanoflagellida	91.5%	60.9%	Y	Y
9 OpithokontaMetazoa	96.5%	62.0%	Y	Y
10 AlveololataDinophyceae[Pfiesteria]	91.9%	61.0%	Y	Y
11 RhizariaForaminifera	91.5%	48.5%	Y	Y
12 Bactérie	92.3%	36.8%	Y	Y
13 VirusCaudoviricetes	87.7%	11.3%	Y	Y
14 Archée	94.2%	14.0%	Y	Y
consensus/100%			Y	Y
consensus/90%			Y	Y
consensus/80%			Y	Y
consensus/70%			Y	Y

	cov	pid	81	160
1 PlantaeViridiplantae	100.0%	100.0%	Y	Y
2 AmoebozoaDictyostelia	96.2%	74.0%	Y	Y
3 OpithokontaFungi	97.7%	72.9%	Y	Y
4 AmoebozoaArchamoebae	97.7%	69.5%	Y	Y
5 PlantaeRhodophyta	97.3%	66.4%	Y	Y
6 HeterokontaPhaeophyceae	96.2%	64.8%	Y	Y
7 HeterokontaOomycete	95.8%	65.4%	Y	Y
8 OpithokontaChoanoflagellida	91.5%	60.9%	Y	Y
9 OpithokontaMetazoa	96.5%	62.0%	Y	Y
10 AlveololataDinophyceae[Pfiesteria]	91.9%	61.0%	Y	Y
11 RhizariaForaminifera	91.5%	48.5%	Y	Y
12 Bactérie	92.3%	36.8%	Y	Y
13 VirusCaudoviricetes	87.7%	11.3%	Y	Y
14 Archée	94.2%	14.0%	Y	Y
consensus/100%			Y	Y
consensus/90%			Y	Y
consensus/80%			Y	Y
consensus/70%			Y	Y

	cov	pid	241	319
1 PlantaeViridiplantae	100.0%	100.0%	Y	Y
2 AmoebozoaDictyostelia	96.2%	74.0%	Y	Y
3 OpithokontaFungi	97.7%	72.9%	Y	Y
4 AmoebozoaArchamoebae	97.7%	69.5%	Y	Y
5 PlantaeRhodophyta	97.3%	66.4%	Y	Y
6 HeterokontaPhaeophyceae	96.2%	64.8%	Y	Y
7 HeterokontaOomycete	95.8%	65.4%	Y	Y
8 OpithokontaChoanoflagellida	91.5%	60.9%	Y	Y
9 OpithokontaMetazoa	96.5%	62.0%	Y	Y
10 AlveololataDinophyceae[Pfiesteria]	91.9%	61.0%	Y	Y
11 RhizariaForaminifera	91.5%	48.5%	Y	Y
12 Bactérie	92.3%	36.8%	Y	Y
13 VirusCaudoviricetes	87.7%	11.3%	Y	Y
14 Archée	94.2%	14.0%	Y	Y
consensus/100%			Y	Y
consensus/90%			Y	Y
consensus/80%			Y	Y
consensus/70%			Y	Y

	cov	pid
1 PlantaeViridiplantae	100.0%	100.0%
2 AmoebozoaDictyostelia	96.2%	74.0%
3 OpithokontaFungi	97.7%	72.9%
4 AmoebozoaArchamoebae	97.7%	69.5%
5 PlantaeRhodophyta	97.3%	66.4%
6 HeterokontaPhaeophyceae	96.2%	64.8%
7 HeterokontaOomycete	95.8%	65.4%
8 OpithokontaChoanoflagellida	91.5%	60.9%
9 OpithokontaMetazoa	96.5%	62.0%
10 AlveololataDinophyceae[Pfiesteria]	91.9%	61.0%
11 RhizariaForaminifera	91.5%	48.5%
12 Bactérie	92.3%	36.8%
13 VirusCaudoviricetes	87.7%	11.3%
14 Archée	94.2%	14.0%



- Kidou S., Umeda M., Kato A., Uchimiya H. (1993). Isolation and characterization of a rice cDNA similar to the bovine brain-specific 14-3-3 protein gene. *Plant Mol. Biol.* 21 (1), 191–194. doi: 10.1007/BF00039631 - DOI – PubMed
- Martens, G. J., Piosik, P. A., & Danen, E. H. (1992). Evolutionary Conservation of the 14-3-3 Protein. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 184(3), 1456-1459. doi: 10.1016/s0006-291x(05)80046-4.
- Ichimura-Ohshima, Y., Morii, K., Ichimura, T., Araki, K., Takahashi, Y., Isobe, T., Minoshima, S., Fukuyama, R., Shimizu, N., & Kuwano, R. (1992). cDNA Cloning and Chromosome Assignment of the Gene for Human Brain 14-3-3 Protein Eta Chain. *Journal of Neuroscience Research*, 31(4), 600-605. doi: 10.1002/jnr.490310403.
- Takahashi, Y. (2003). The 14-3-3 Proteins: Gene, Gene Expression, and Function. *Neurochem Res*, 28(8) , 1265-1273. doi: 10.1023/a:1024296932670.