

Uitdagingen voor  
GGO's in onze  
voeding: merken we  
straks nog het  
verschil met de niet-  
genetisch gewijzigde  
soorten?

Lieve Gheysen  
Affligem, 15 maart 2018

**Nieuwe ggo's**  
nog erger dan de oude



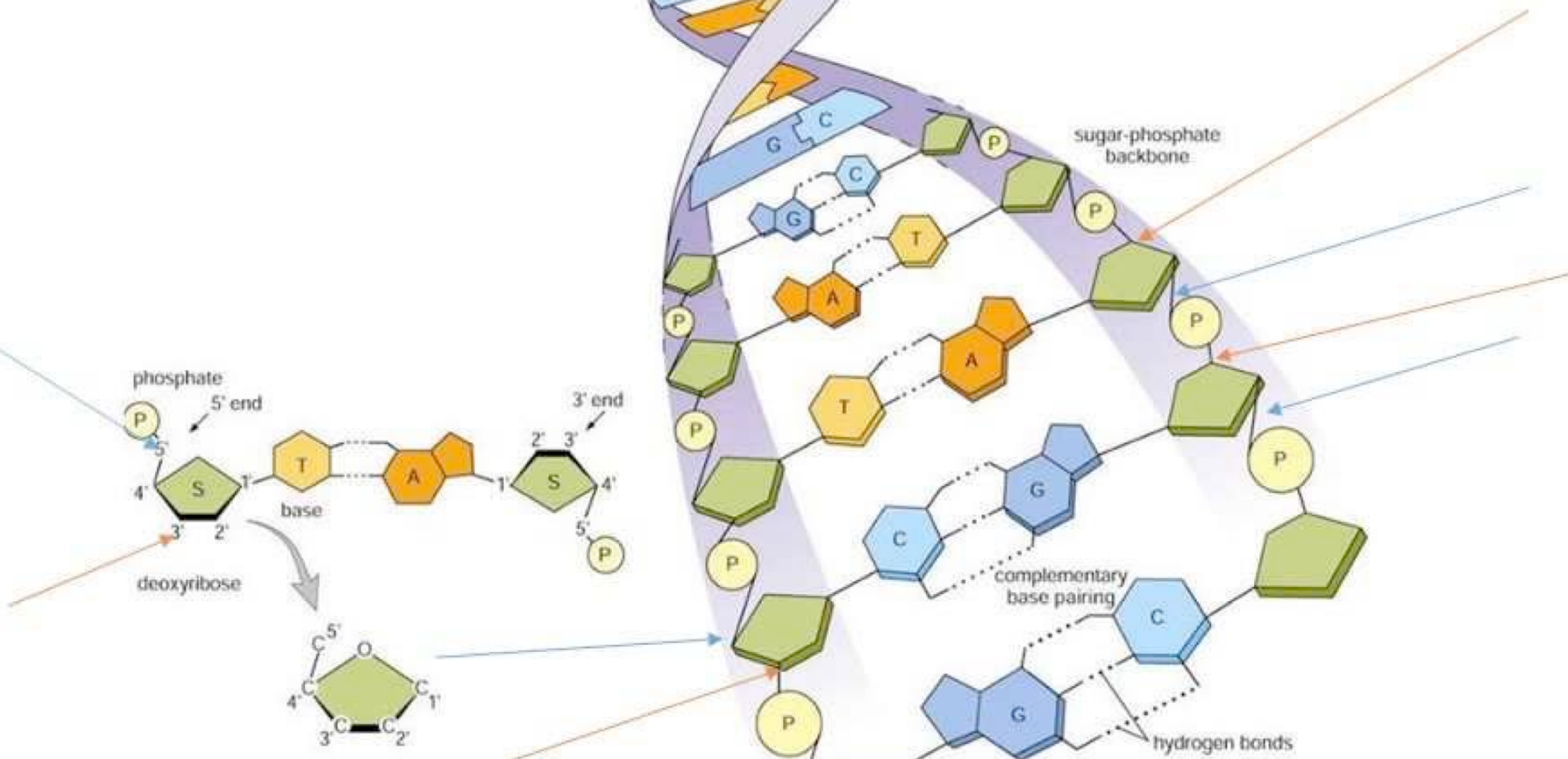
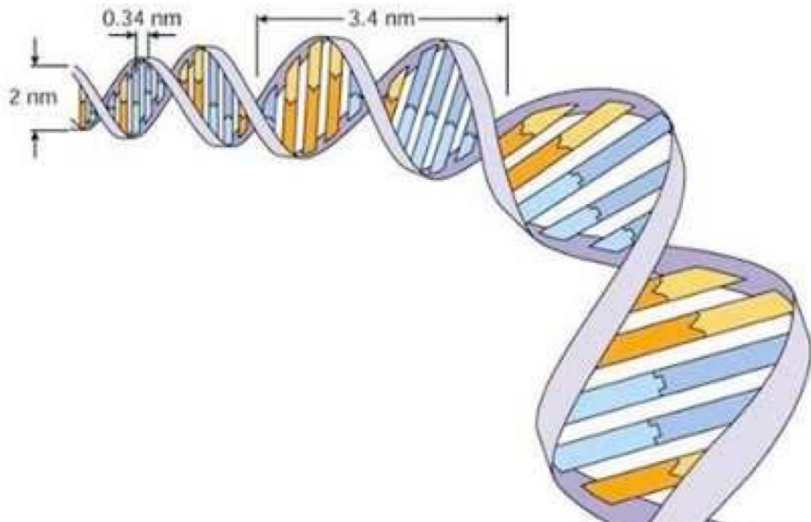
*Dit is geen ggo.*

Een recente rondvraag in VS ivm voeding:  
82% wil dat op etiket staat of er  
**GGO** in zit.



80% wil dat op etiket staat of er  
**DNA** in zit.

# James Watson en Francis Crick, 1953



# DNA = dezelfde code voor iedereen

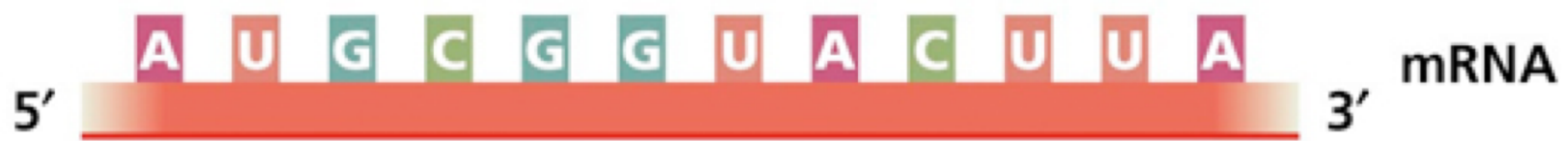
GAATTGGGCCCGACGTCGCATGCTCCCGGCCGCCATGGCCGCGGGATTGA  
CTGCGTACAAGCTCGGCCTCCAGTACATTGAATGGCTTGCCTGTCTTCAC  
AAAAGCTTCAGCACACTTGCGGTTACGACCGCCAAAGCACGTAGTTATGA  
GATCAGCCACACCAGCACTTGTTTTCGGTGAAAGTTTCAGGGCGCACATCT  
TTGAAGAACTCGAGCGCGAAACGTCGCATCTCCACCAAACCGATACGCAT  
GATGGCGGCCTTCGCATTACCGCCCCAACCAAGACCATCAACGAAGCCGG  
CACCCACAGCCACGATATTCTTCAATGCACCACACAGACTCACACCCGCC  
ACGTCTTCAATCATGCCACGCGGAACTTATGCGTGTCAAAGAGCTTGAC  
ATAATACTCAGCCAACGCGCGTGGTGTGGACGATATCCGACAGTTGTCT  
CCGAAAAGAGACCAGACGCTACTTCATTCGCAATGTTTGCGCCAATTACT  
CAGGACTCATCGTCAATCACTAGTGCGGCCGCCTGCAGGTCGACCATATG  
GGAGAGCTCCAACGCGTGGATGCATAGCTTGAGTATTCTATAGTGT

## Francis Crick (concept 1958)

DNA → RNA → eiwit → fenotype  
enzymes  
structuur



↓ Transcription



↓ Translation by ribosomes

Vertaling = universele genetische code



Gen = info 1 eiwit  
Genoom = alle info

↓  
Phenotype

1982: “menselijk” insuline uit GG-bacteriën goedgekeurd.

Het eerste commerciële GGO-product.

# Definitie (EU-regelgeving)

GGO = een organisme waarvan het genetische materiaal veranderd is op een wijze welke van nature door voortplanting en/of natuurlijke recombinitie niet mogelijk is.

bv. een bacterie die insuline produceert.

Bijlage 1 = technieken die tot GGO leiden

Bijlage 2 = technieken die niet tot GGO leiden

Bijlage 3 = technieken van GGO die niet onder de regelgeving vallen o.a. mutagenese bv. bestraling met  $\text{Co}^{60}$ .



# EU-regelgeving voor nieuwe gewassen

GGO



geen GGO

Verplichte veiligheidsanalyses

niet verplicht

Dossier voor authorisatie

geen dossier

Evaluatie door EFSA

kan zo op de markt

Stemming op EU-niveau

Indien authorisatie (10 jaar):

labeling, coëxistentie, monitoring...

VS: GGO-deregulatie, Canada: product-gebaseerd.

# Eerste regelgeving in EU: 90/220

Vorzorgsprincipe:

in jaren 80 waren de eerste ggo-gewassen ontwikkeld, kennis en ervaring beperkt.

Nieuwe techniek enorme mogelijkheden.

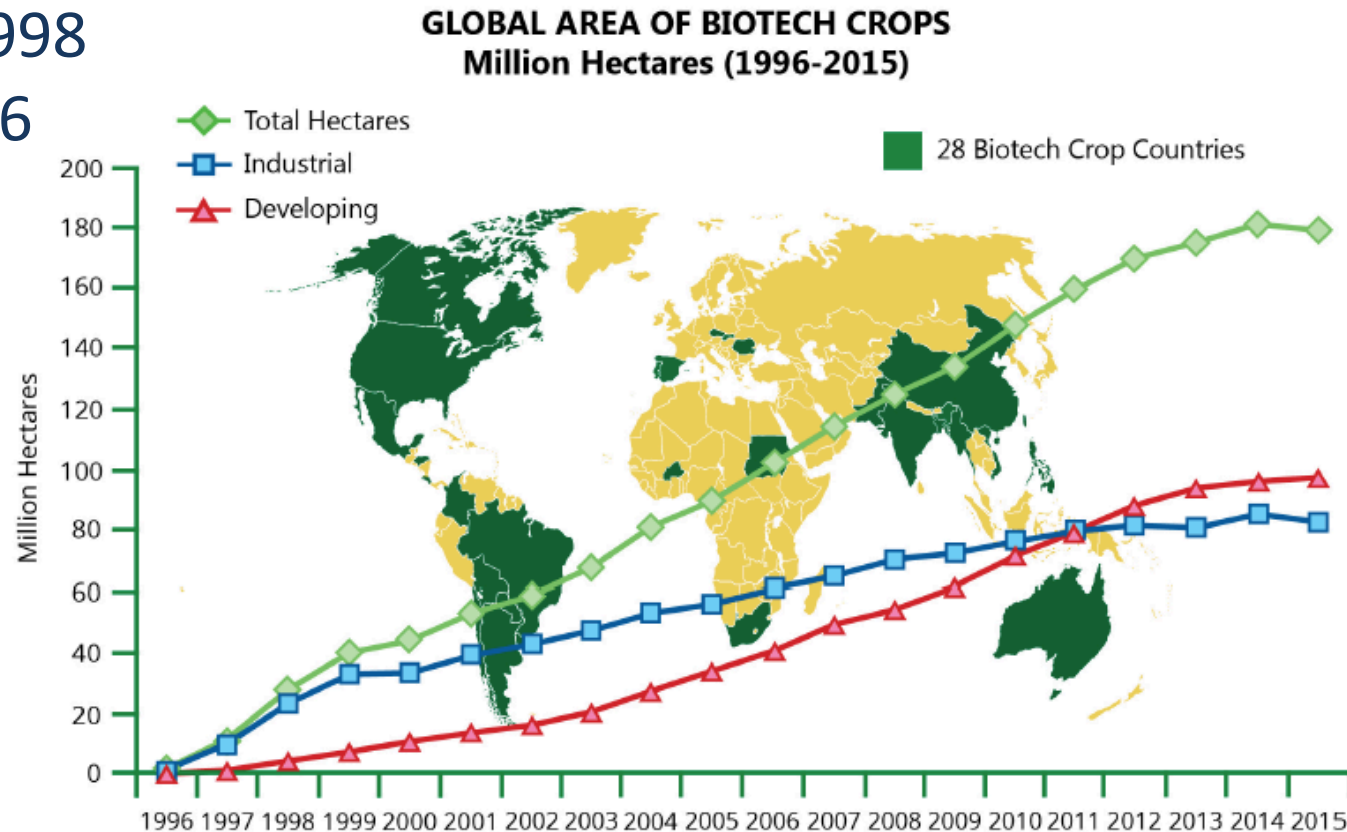
Sindsdien nog strengere regelgeving bijgekomen o.a.

- 2001/18
- 1829/2003
- 2015/412

# Wereldwijde GGO-teelt ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org))



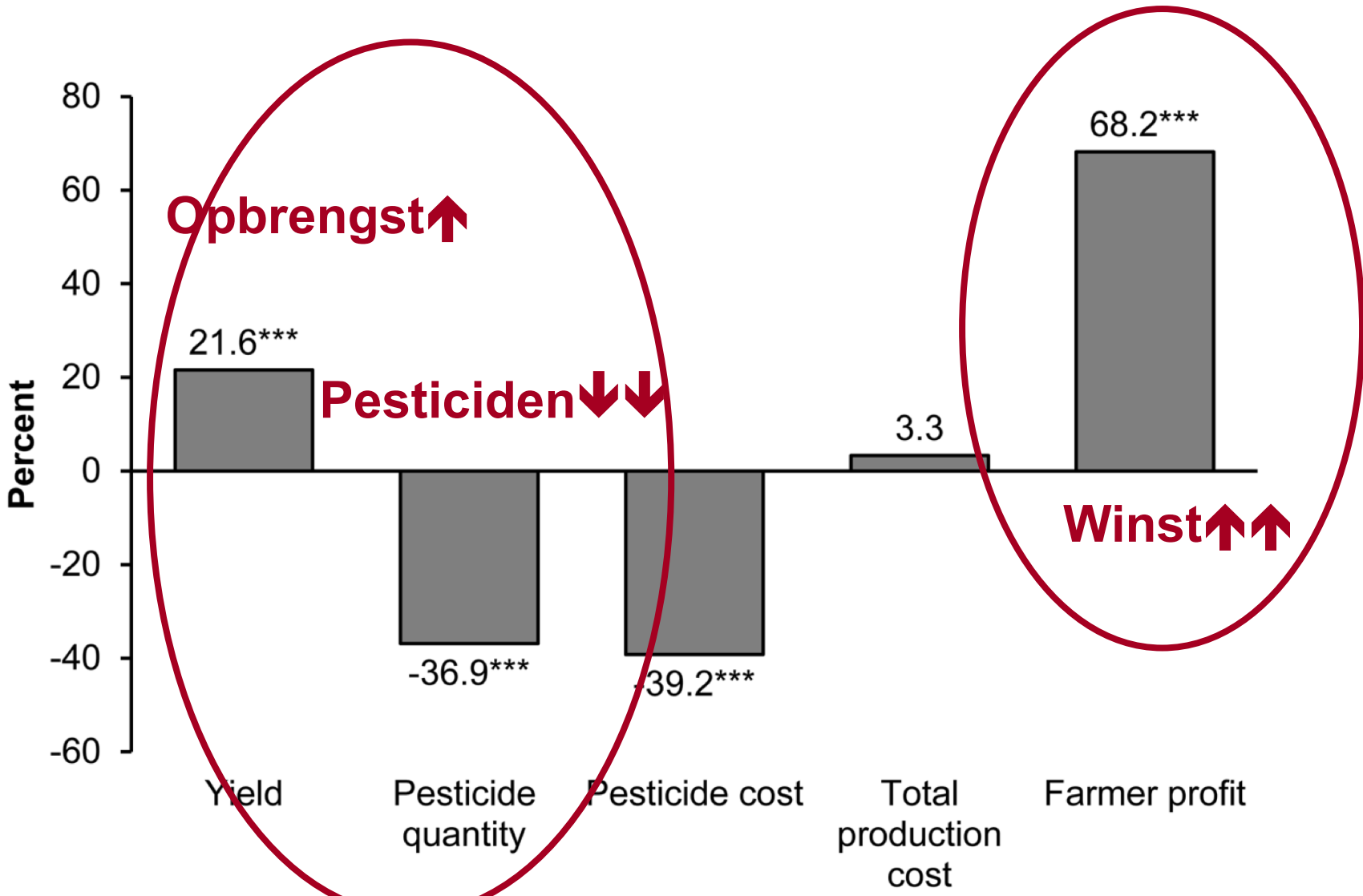
1 miljoen ha in 1996  
28 miljoen ha in 1998  
185 milj. ha in 2016



*Up to ~18 million farmers, in 28 countries planted 179.7 million hectares (444 million acres) in 2015, a marginal decrease of 1% or 1.8 million hectares (4.4 million acres) from 2014.*

Source: Clive James, 2015.

# Socio-economische gevolgen wereldwijde GGO-teelt (ca.18 miljoen boeren)



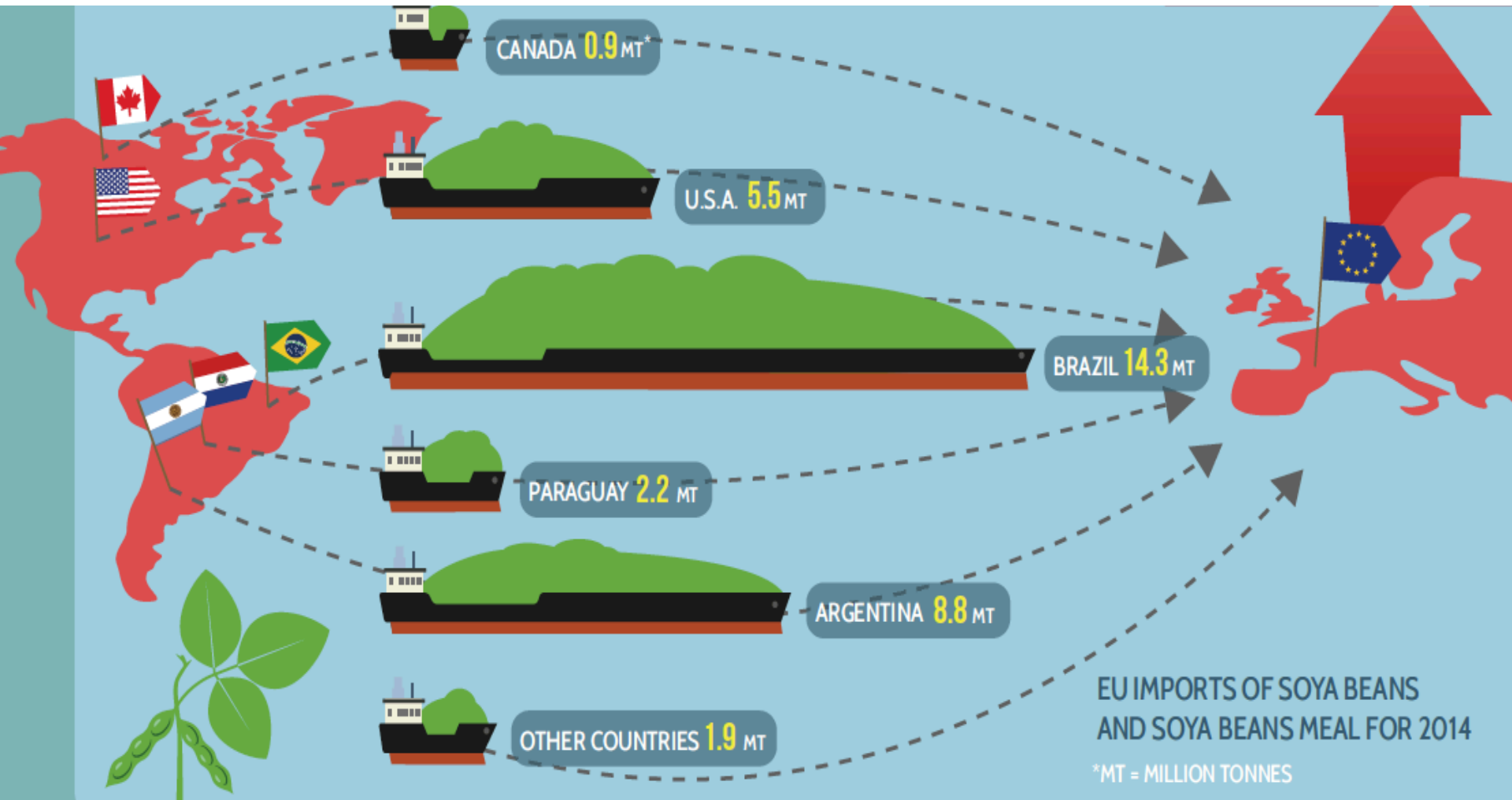
Meta-analyse Klumper & Qaim, 2014

# EU, één GGO in teelt: Mon810 = Bt-maïs

- Insectresistent -> minder insecticide.
- Bt-gen uit bacterie *Bacillus thuringiensis*.
- Natuurlijk insecticide toegelaten in de biolandbouw.
- Bt-maïs is **transgeen** gen uit bacterie -> in plant-DNA.
- ca. 100.000 ha vnl. in Spanje.
- Gemakkelijk te controleren of GGO aanwezig is in voeding.  
(PCR-protocol in dossier).



In de EU zijn ca. 60 GGO's toegelaten voor import, zo komt ca. 34 miljoen ton soja (vnl. GGO) per jaar binnen.



# Eerste genetisch gewijzigde gewassen waren alle transgeen door bacteriële genen

Genoom van bacteriën klein -> eerste gekende genen

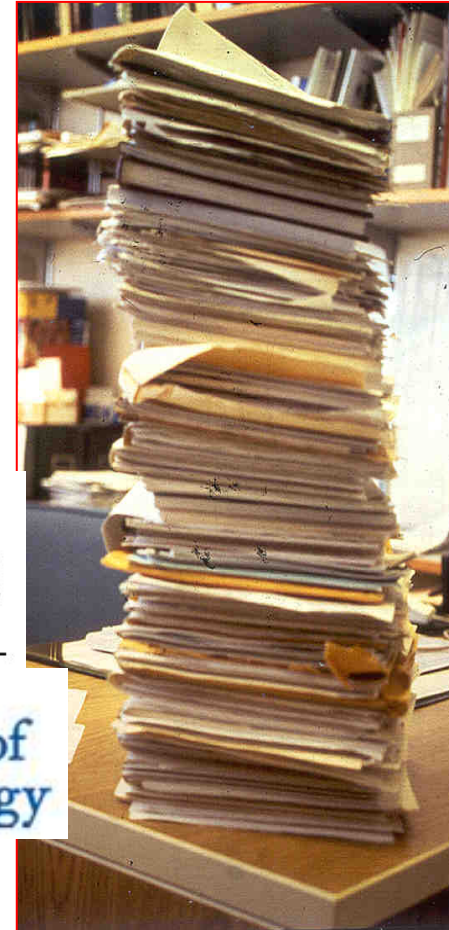
Glyfosaat-tolerante soja = bacteriegen in plant

Bt-katoen = bacteriegen in plant

Veel later: plantengenen bv. paprikagen in banaan.

# GGO's worden streng gecontroleerd voor ze op de markt komen

- **Best gecontroleerde gewassen ooit.**
- Heel veel wetenschappelijk onderzoek.
- Onderzoek o.a. gefinancierd door EU.
- **Jarenlange testen vooraf aan toelating.**
- GGO-technologie = veilig, ook in praktijk.



World Health  
Organization



The ROYAL  
SOCIETY of  
MEDICINE



INSTITUT DE FRANCE  
Académie des sciences

SOT | Society of  
Toxicology

eat  
right.

Academy of Nutrition  
and Dietetics

*The world's largest organization of food and nutrition professionals.  
Formerly the American Dietetic Association.*



# Kennis over evolutie en veredeling is sinds jaren '80 exponentieel toegenomen

Genoomsequenties tonen aan dat genomen

- in evolutie continu veranderen
- tijdens veredeling drastisch veranderen
- bij mutagenese 10.000den mutaties krijgen



bloemkool



koolrabi



spruiten



wilde kool



broccoli

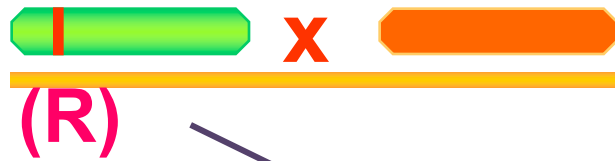


rode kool



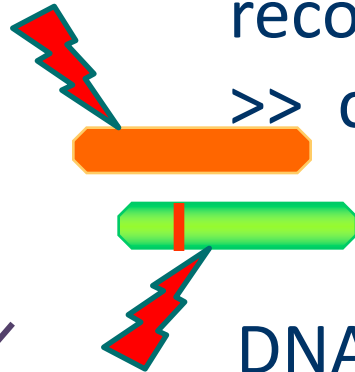
boerenkool

# Translocatieveredeling bv. tarwe



Als bij introgressie de wilde verwant te veraf staat in evolutie kunnen chromosomen niet recombineren

>> chromosomen worden gebroken via bestraling.



DNA-fragment van de wilde plant wordt aangehecht aan een van de chromosomen van de cultivar bv. veel moderne tarwecultivars.

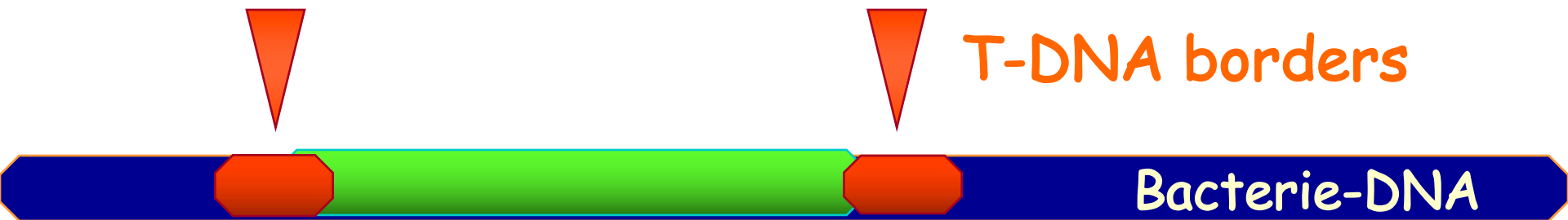


# Kennis over evolutie en veredeling is intussen exponentieel toegenomen

Genoomsequenties tonen aan dat genomen

- in evolutie continu veranderen
- tijdens veredeling drastisch veranderen
- bij mutagenese 10.000den mutaties krijgen
- niet enkel puntmutaties maar ook grote chromosoomherschikkingen mogelijk bv. bij translocatieveredeling (o.a. tarwe)
- DNA over soorten heen via horizontale gentransfer (HGT) kunnen krijgen.

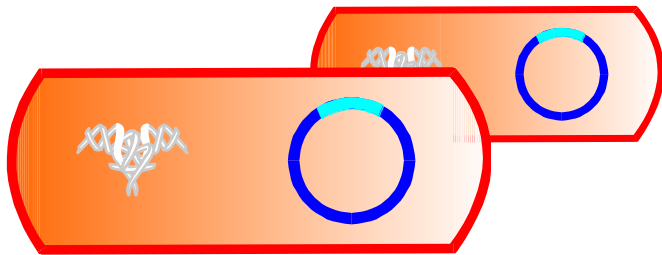
# Agrobacterium introduceert eigen DNA met tumorgenen in plantencel



tumorgenen



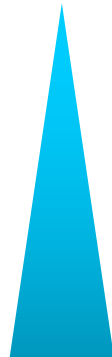
# Agrobacterium zonder tumorgenen!



T-DNA borders



Bacterie-DNA



gen naar keuze bv.  
ziekteresistentie  
→ GGO



# Nieuw DNA in planten: een GGO!

- Je kiest precies welk DNA binnengebracht wordt.
- Inbouw gebeurt door DNA-herstel-enzymen van de plant.
- Zo wordt het een deel van het plant-DNA.



# *Agrobacterium tumefaciens*: genetic engineering in de natuur

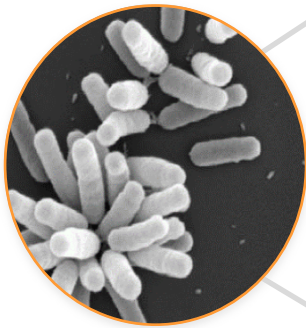


Zoete aardappel  
Kyndt et al. 2015





# DNA-transfer van Agrobacterium naar planten



*Agrobacterium* spp.



*Nicotiana glauca* & *N. tabacum*  
(1983, 2001)

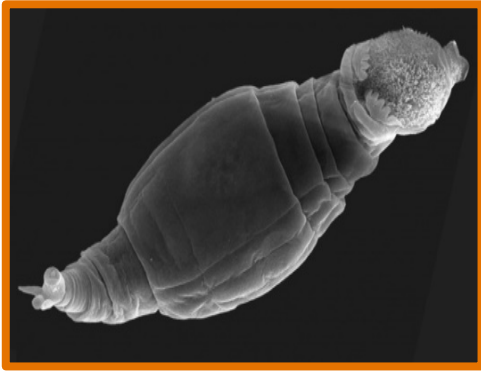


*Linaria vulgaris*, vlas(leeuwe)bekje (2012)



*Ipomoea batatas* (L.) Lam zoete aardappel (2015)

# HGT ook bij eukaryote dieren!



**Raderdier**tjes (Gladyshev *et al.*, 2008 *Science* Vol. 320, Issue 5880, pp. 1210-1213).



**Nematoden** (Noon & Baum 2016, *BMC Evol. Biol.* 16(1)).



**Bladluizen** (Moran NA, Jarvik T 2010. *Science*:328:624–7).



**Vissen** (Sun, B.-F *et al.*, 2015. *Sci. Rep.* 5, 18676).

NBT = nieuwe  
veredelingstechnieken

Cisgenese  
Gen/genoom "editing"

**Nieuwe ggo's**  
nog erger dan de oude



*Dit is geen ggo.*

# Aardappel resistent tegen de plaag?

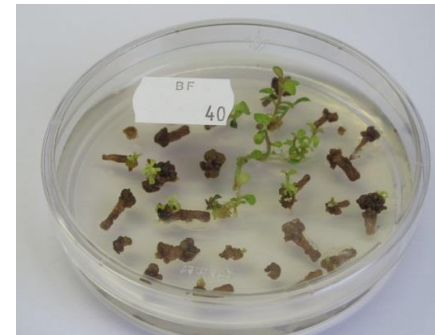
- *Phytophthora*, een soort schimmelinfectie  $\Rightarrow$  veel fungicide-behandelingen (tot 20 per seizoen).



- Resistente wilde verwanten, resistentie via kruising in aardappel (lange moeilijke weg).



Of via genetic engineering = cisgenese.



# Veredelen is traag en moeilijk

Deze resistente cultivars, bekomen via veredeling worden vooral gebruikt in de biologische landbouw om (koper-) fungicidebespuitingen te beperken, maar ze zijn niet zo lekker...

GGO = heel specifiek introduceren van één of enkele gewenste genen.

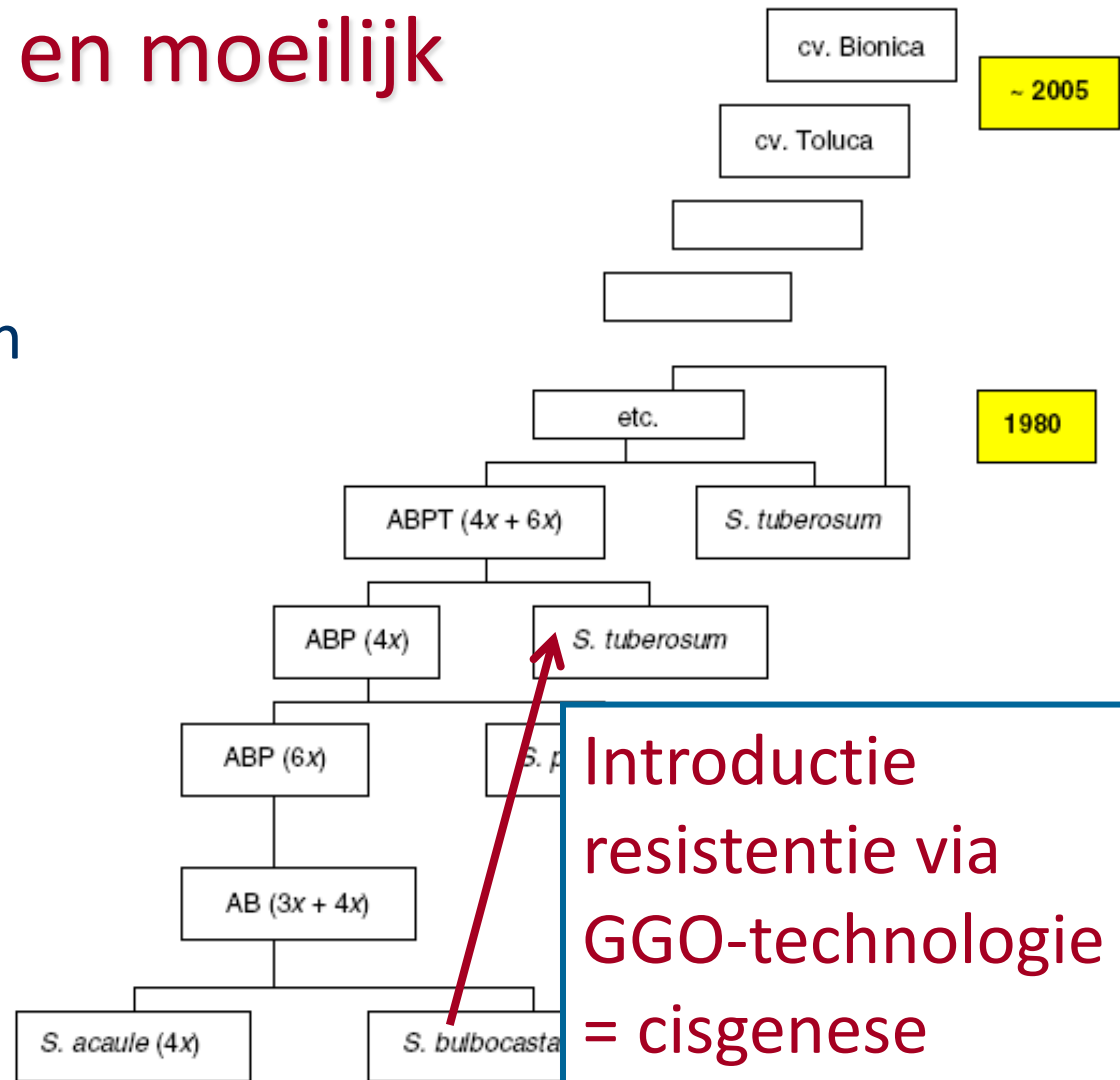


Fig. 3 Scheme of interspecific bridge cross breeding activities with late blight resistant *S. bulbocastanum* at Wageningen University and Research Centre and private breeding companies in the Netherlands. After 46 years the first resistant varieties Bionica and Toluca appeared, containing the single broad spectrum resistance gene *Rpi-blb2*. Note that stacking of *R* genes through this approach would even be more complicated and slow

**Veldproefresultaten:** aardappelen resistent tegen de plaag, **zonder spuiten**, door introductie van natuurlijke resistentiegenen uit wilde aardappelverwanten: GGO= een biologische oplossing in plaats van een chemische!



Foto:  
7 augustus  
2012

# EU-regelgeving voor nieuwe gewassen

GGO



geen GGO

Verplichte veiligheidsanalyses

niet verplicht

Dossier voor autorisatie

geen dossier

Evaluatie door EFSA

kan zo op de markt

Stemming op EU-niveau

Indien autorisatie (10 jaar):

labeling, coëxistentie, monitoring...

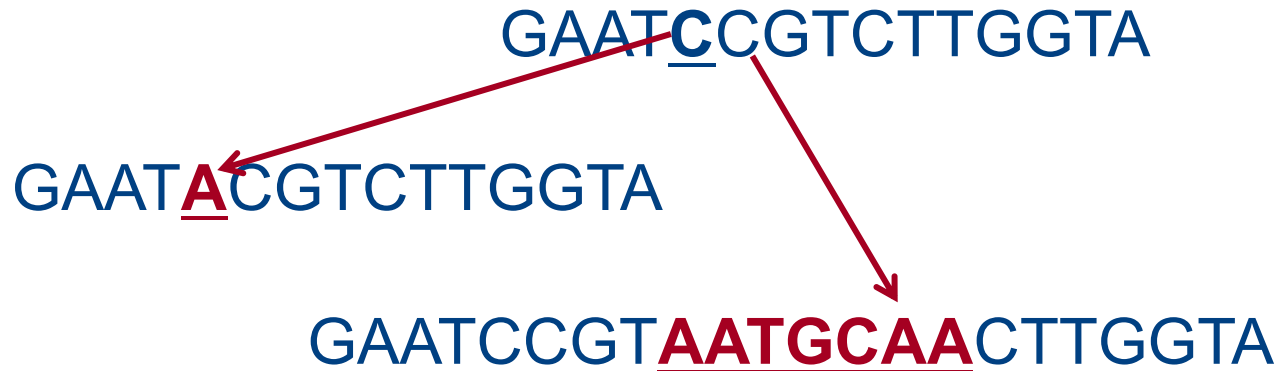
## Plaagresistente aardappel (R-gen)

Cisgene aardappel

Veredelde aardappel

**Hoe onderscheid?**

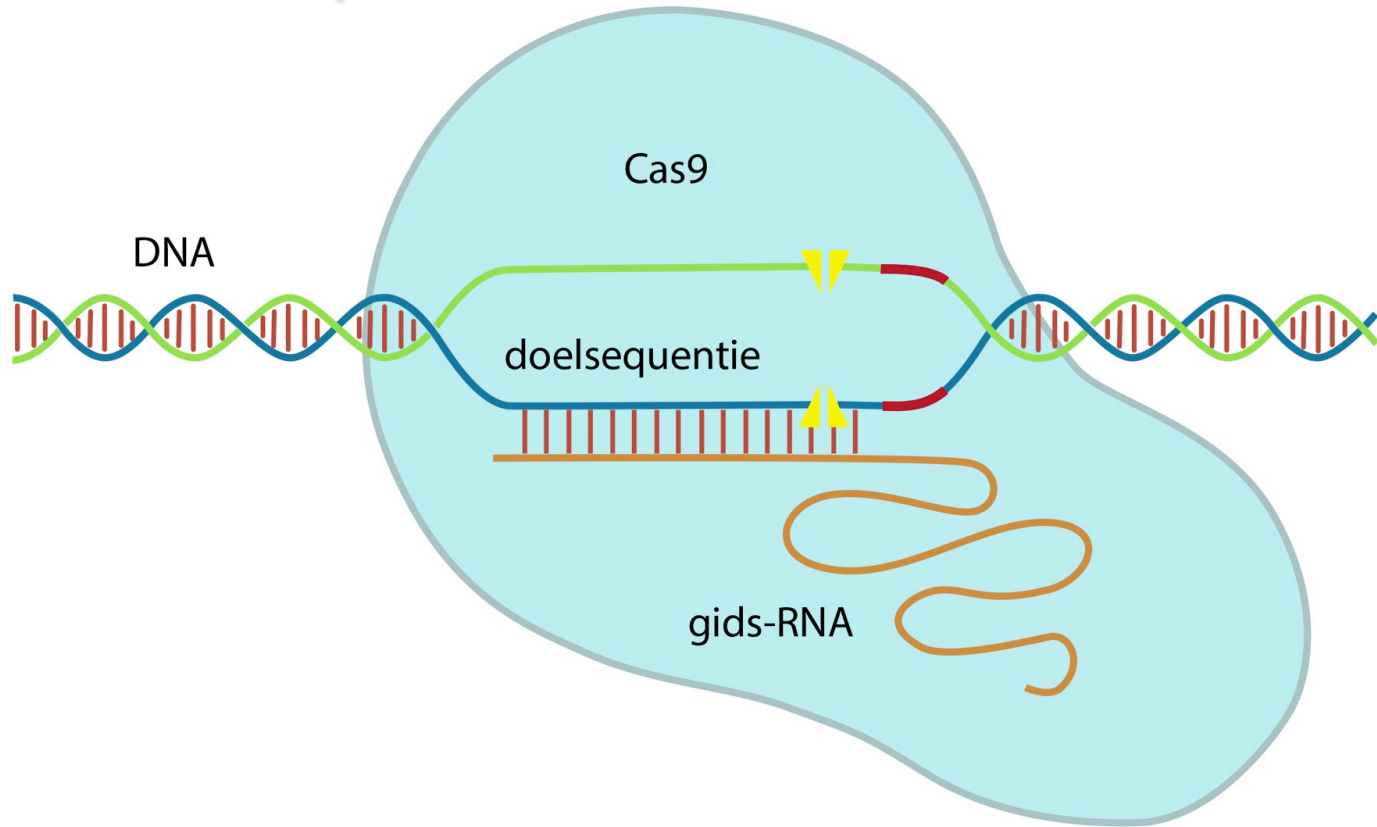
# Mutaties



- Mutaties kunnen spontaan optreden (replicatiefouten, achtergrondstraling, transposons) of geïnduceerd worden (mutagenese via bestraling of chemisch).
- Mutaties vormen de basis voor evolutie & veredeling.
- Nieuwe technieken laten toe heel precies een mutatie aan te brengen in het genoom: **CRISPR-Cas revolutie!**

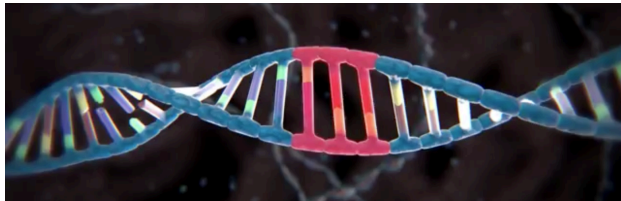
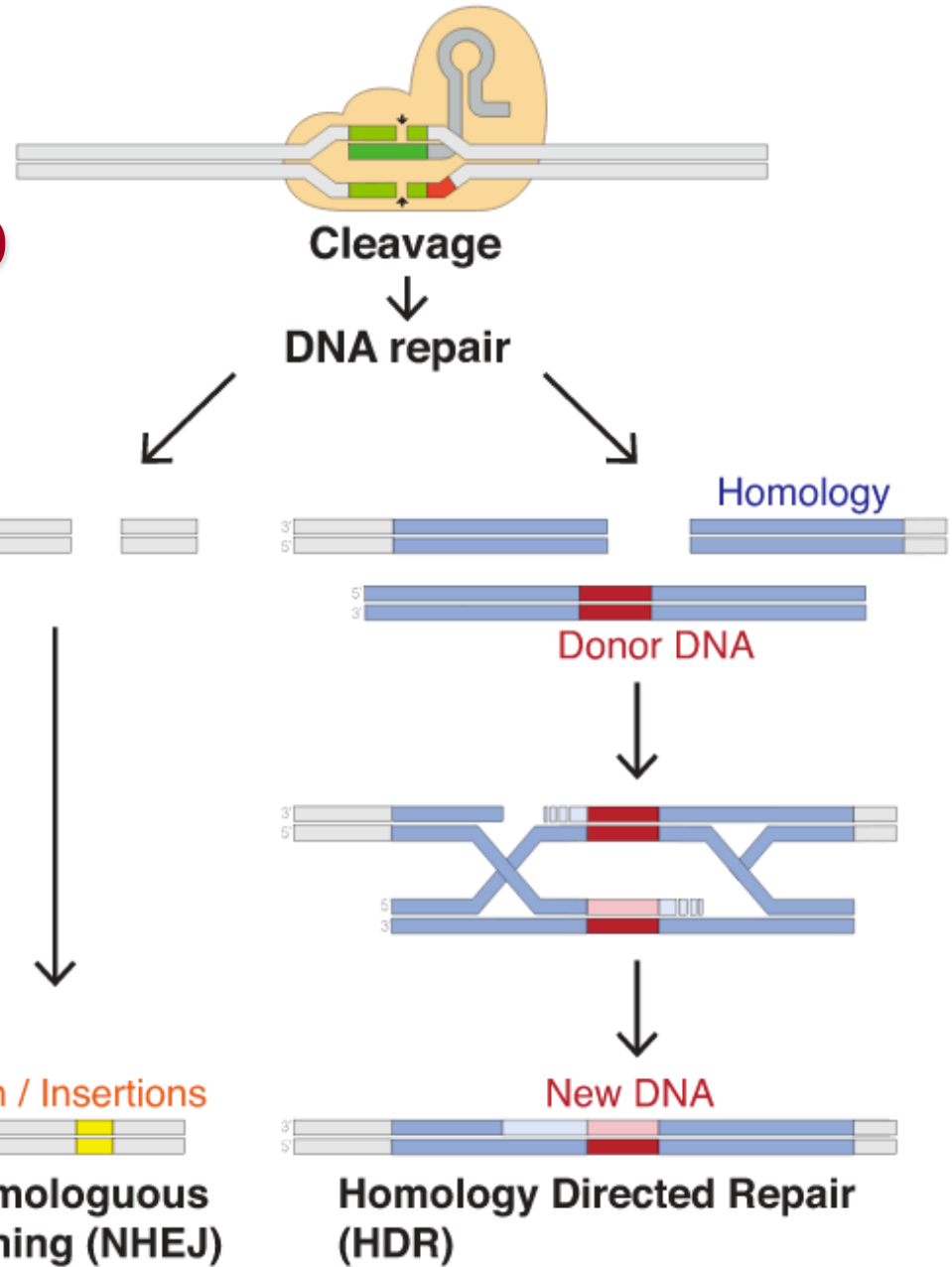


# CRISPR-Cas9, enzym + gids-RNA -> specifieke knip

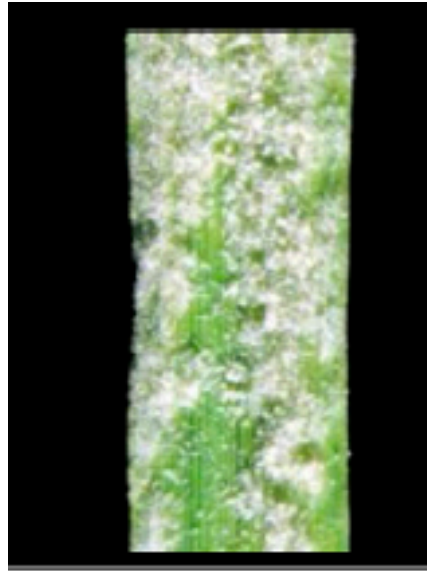


Gebaseerd op natuurlijk bacterieel afweermecanisme tegen virussen.

# CRISPR-Cas9 knip + herstel



# Mutatie in gerst



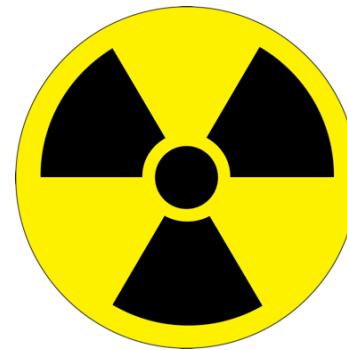
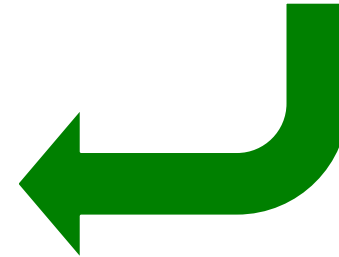
GAAATGG  
schimmel-  
gevoelig



GAAA**A**GG  
schimmel-  
resistent

## CRISPR

Genen uit bacterie



schimmel-resistent



T-> A

door mutagenese  
≠ GGO-regelgeving



schimmel-resistent



T-> A

door CRISPR  
= GGO?

# EU-regelgeving voor nieuwe gewassen

GGO



geen GGO

Verplichte veiligheidsanalyses

niet verplicht

Dossier voor autorisatie

geen dossier

Evaluatie door EFSA

kan zo op de markt

Stemming op EU-niveau

Indien autorisatie (10 jaar):

labeling, coëxistentie, monitoring...

**schimmelresistente appel (T->A)**

Via CRISPR

Via bestraling

**Hoe onderscheid?**

**Nieuwe ggo's**  
nog erger dan de oude



*Dit is geen ggo.*

Maken nieuwe veredelingstechnieken een kans in Europa of stoppen we alles in het GGO-vakje?

# Vlaanderen 2013

Enquete bij 4363 Vlamingen

Stelling:

Ik zou GGO eten als er minder pesticiden gebruikt zijn: slechts 9% zegt neen.

- Totally disagree
- Disagree
- Neither agree, nor disagree
- Agree
- Total agree



# Conclusies

- Ggo is één van de tools, en preciezer.
- Ggo is veilig.
- Strikt onderscheid tussen ggo en niet-ggo is weg, continu spectrum.
- De consument is positief.
- De regelgeving is achterhaald.
- Risico-analyse moet op wetenschappelijke basis gebeuren.