



**HAL**  
open science

**La viande artificielle,**  
Jean-François J.-F. Hocquette

► **To cite this version:**

Jean-François J.-F. Hocquette. La viande artificielle,. Animation du Centre de Paris, Jun 2014, Paris, France. 72 diapositives. hal-02798308

**HAL Id: hal-02798308**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02798308>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# La viande artificielle

Jean-François Hocquette

INRA, theix

# Plan de l'exposé

1. L'état de l'art concernant la viande artificielle
2. Les justifications du projet « viande artificielle » sont-elles viables ?
3. Qu'en pensent les consommateurs ?

# Le problème à résoudre

Nowadays, the livestock and meat sectors are facing new and important challenges:

- their environmental impact and role in global climate change;
- balancing the need for increased production of animal products (to satisfy the increasing human population)
- coupled with a lower footprint,
- and addressing societal needs in terms of animal welfare and product quality for the consumer

(Scollan et al., *Animal Production Science*, 2011, 51, 1–5).

# In vitro meat production

## Meet the new meat: tissue engineered skeletal muscle

TRENDS IN  
FOOD SCIENCE  
& TECHNOLOGY

Marloes L.P. Langelaan<sup>a,1</sup>,  
Kristel J.M. Boonen<sup>a,1</sup>,  
Roderick B. Polak<sup>a</sup>, Frank P.T.  
Baaijens<sup>a</sup>, Mark J. Post<sup>a,b</sup> and  
Daisy W.J. van der Schaft<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Biomedical Engineering, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands (Eindhoven University of Technology, Department of Biomedical Engineering, PO Box 513, WH 4.112, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands. Tel.: +31 40 2478319; fax: +31 40 2447355; e-mail: [d.w.j.v.d.schaft@tue.nl](mailto:d.w.j.v.d.schaft@tue.nl))

<sup>b</sup>Department of Physiology, CARIM, Maastricht University, Maastricht, The Netherlands



**The First In Vitro Meat workshop, June 15, 2007**

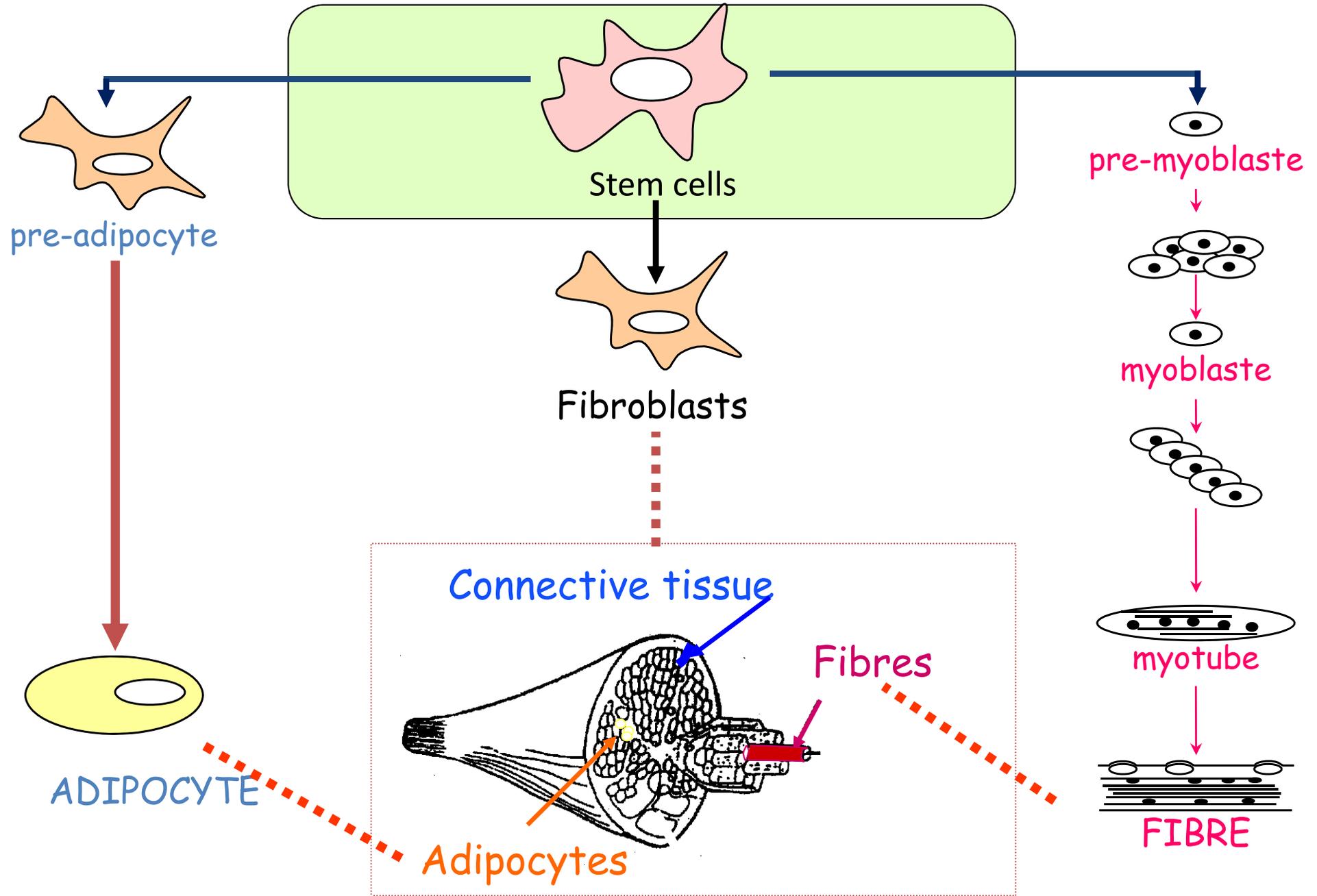
**First international symposium April 9-11, 2008**



The symposium was held at the Norwegian Food Research Institute (Matforsk), Aas, Norway, hosted by the Norwegian University of Life Sciences (UMB) and the Norwegian Food Research Institute (Matforsk).

<http://invitromeat.org/>

# Principles of cell culture to produce a muscle



# ON PEUT CRÉER DE LA VIANDE GRÂCE À UNE CELLULE SOUCHE

ON A RÉUSSI  
À FAIRE UN BURGER  
SANS UTILISER DE  
VIANDE DE  
BOEUF

PFFF ...  
NOUS, ÇA FAIT DES  
ANNÉES QU'ON FAIT DES  
CASAGNES DE BOEUF  
SANS BOEUF



DELUCA

# Isolation and cloning of muscle cells

Fetuses

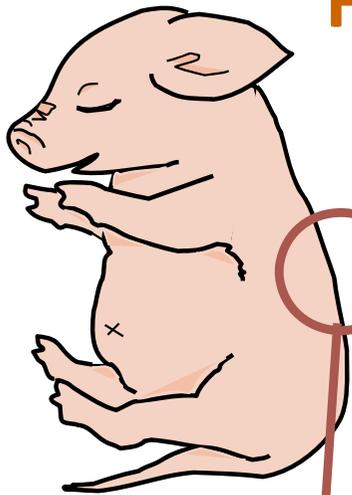
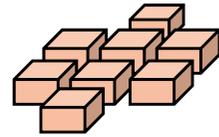
**FATCELLS**

0.1% collagenase digestion

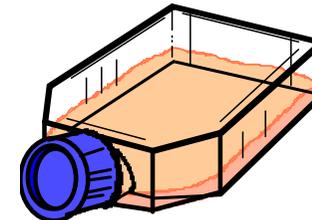
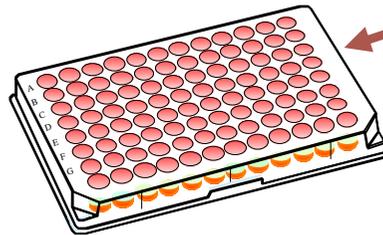
Filtration  
Centrifuge  
Pellet fraction

mince

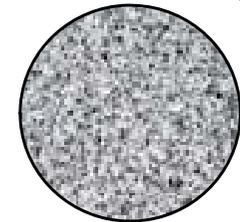
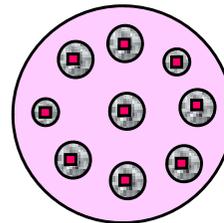
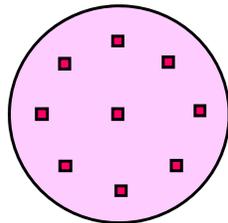
Dissection of dorsal  
muscle biopsy



2~4  
weeks



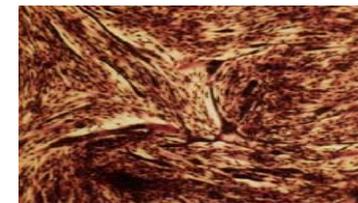
**MEAT**



**MUSCLE CELLS**

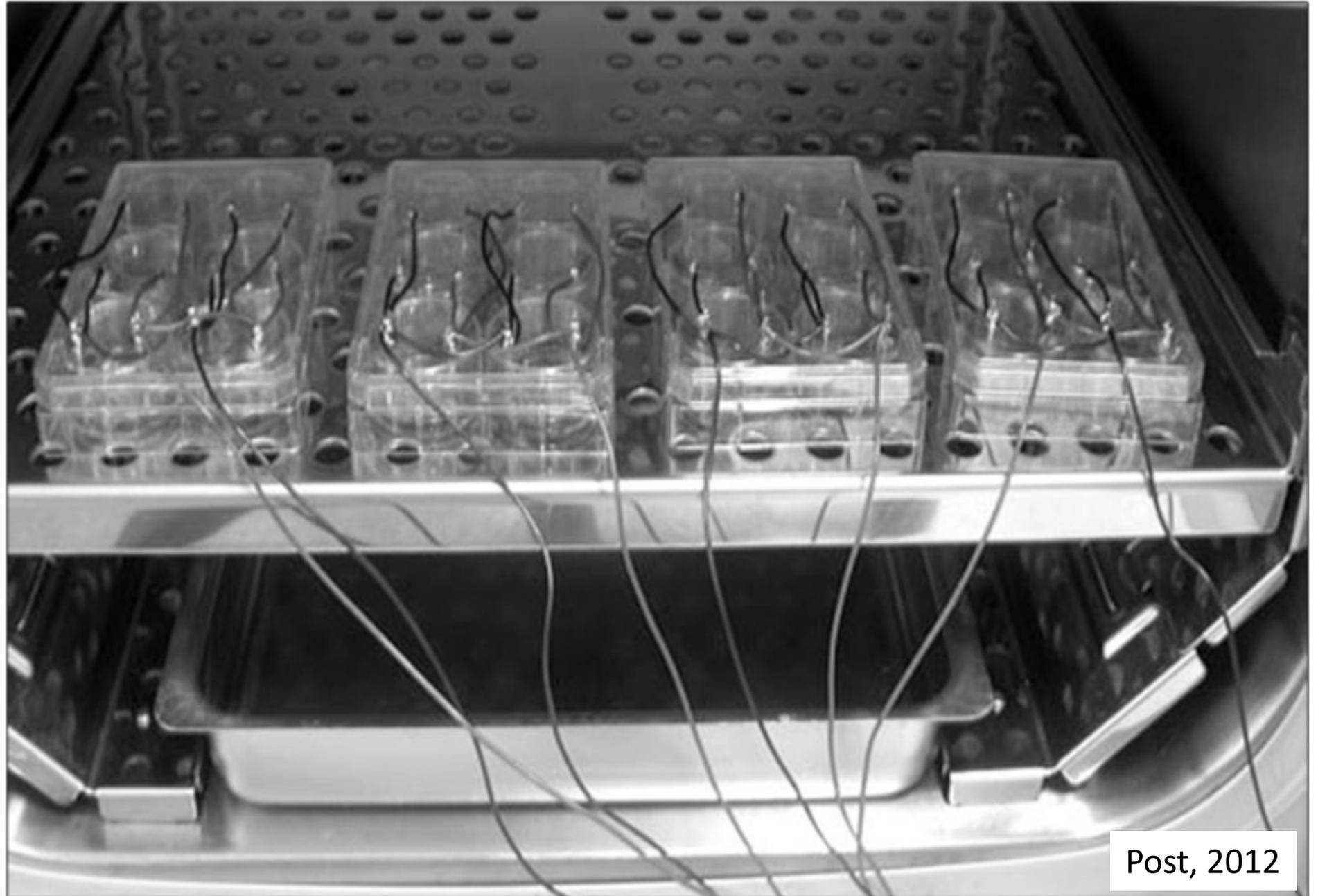


Multiplication of cells



Fusion and differentiation

# Stimulation électrique = la gym des cellules



Post, 2012

# Le choix en 2050 ?

## CHALLENGES

CREATING  
LARGE  
CHUNKS OF  
MEAT

MORE  
PROTEINE



TASTE  
AND  
TEXTURE

CONSUMER  
ACCEPTATION



INDUSTRI-  
ALIZATION

# Le premier steak artificiel

Mark Post: "Dans sept ans, vous mangerez de la viande in vitro"



Il pesait 142 grammes et a coûté 250.000 euros : le premier burger créé «in vitro» à partir de cellules souches de vache a été cuisiné et dégusté le lundi 5 août 2013 à Londres lors de la mise en scène d'une expérience potentiellement révolutionnaire.

Deux goûteurs dûment assermentés, une Autrichienne «chercheuse en tendances culinaires» et l'auteur américain d'un livre sur «les goûts de demain», ont eu l'honneur d'être les premiers à manger en public un steak créé de toutes pièces en laboratoire, cuisiné sous leurs yeux et ceux de son créateur, un scientifique néerlandais de l'université de Maastricht, Mark Post.

# Le premier steak artificiel



# Le premier steak artificiel dégusté



# Aux Etats-Unis



# La viande imprimée



Construct pig SMC/pig Fibro 10/12/2011  
Dimension - 1cm x 3.5 cm x 1mm



# The survey

1. Do you think this “in vitro meat” technology is feasible and realistic:  
Yes                       No                       I do not know
2. Do you think meat produced in vitro will be healthy :  
Yes                       No                       I do not know
3. Do you think meat produced in vitro will be tasty :  
Yes                       No                       I do not know
4. Do you think the meat industry is really facing important problems (environment degradation, animal welfare, inefficient production to feed humanity):  
Yes                       No                       I do not know
5. To solve the potential problems that the meat industry is facing, do you think that human beings should:  
Change nothing in their consumption                       eat less meat   
eat no meat                       eat in vitro meat
6. Would you prefer yourselves as an individual:  
Change nothing in your consumption                       eat less meat   
eat no meat                       eat in vitro meat





# Plan de l'exposé

1. L'état de l'art concernant la viande artificielle
2. Les justifications du projet « viande artificielle » sont-elles viables ?
3. Qu'en pensent les consommateurs ?

# L'élevage est désormais considéré comme une menace pour la planète et pour l'humanité

**1. A-t-on le droit de tuer des animaux pour les manger ?**

**2. Quid du bien-être animal dans les élevages modernisés ?** : la notion « d'élevage industriel » est invoquée pour qualifier les méthodes d'élevage intensif accusées d'induire un certain mal-être des animaux domestiques ;

**3. Comment résoudre le problème de la dégradation de l'environnement par l'élevage** (gaz à effet de serre par les élevages de ruminants, consommation d'énergie et d'eau notamment par les effluents)

**4. Comment résoudre le problème de la faim dans le monde :**  
« l'élevage industriel » nourrit avec des céréales et des oléo-protéagineux entraîne une concurrence accrue entre l'Homme et l'animal pour l'utilisation des ressources alimentaires végétales.

# A-t-on le droit de tuer des animaux pour les manger ?

Treaty of Amsterdam (1997): the animals are sensitive beings

En France, paradoxe juridique qui existe depuis plus de 30 ans : alors que le Code civil assimile nos chers compagnons à des «biens meubles», les Codes rural et pénal, eux, considèrent déjà que les animaux sont des êtres vivants et sensibles.

L.214-1 du code rural : « tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce ».

Nouveau statut juridique de l'animal: les animaux sont considérés comme «des êtres vivants doués de sensibilité (...) soumis au régime des biens» (vote à l'assemblée le 30/10/2014).

# Le nouveau statut juridique de l'animal



ANIMAL OBJET  
=  
ANIMAL EN DANGER !

Et le droit à l'image  
des animaux ?

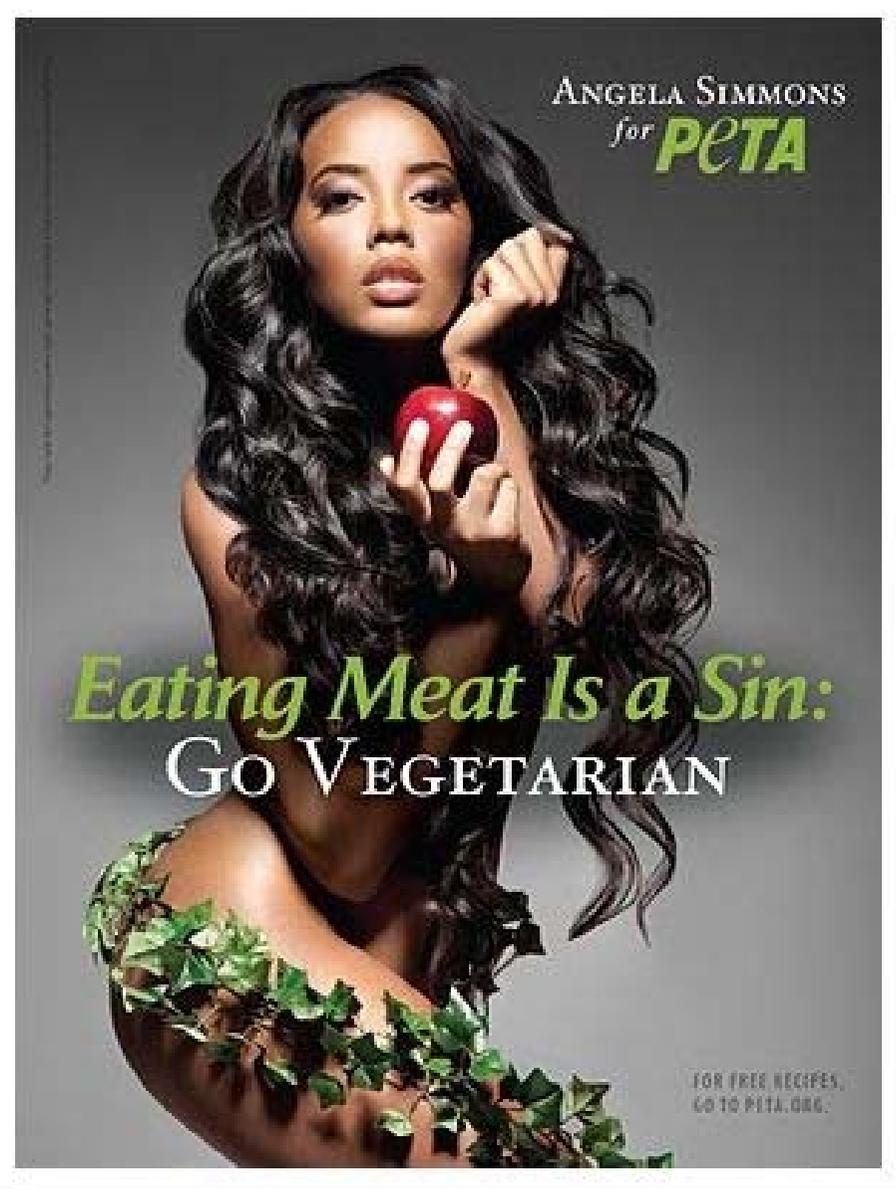
BIENTÔT UN CADRE JURIDIQUE  
POUR LES ANIMAUX DE DIVORCÉS?



# A-t-on le droit de tuer des animaux pour les manger ?

- Le végétarien « éthique » ne nie pas que la vie animale naturelle implique la prédation, mais conteste ce droit à l'Homme.
- Le fondement philosophique de cette démarche est « l'antispécisme », qui postule que toutes les espèces animales disposent d'un droit à la vie.
- L'Homme n'est pas autorisé à exploiter et à tuer d'autres espèces sous prétexte qu'il en a les moyens intellectuels [de respecter la vie] et techniques [de faire autrement].

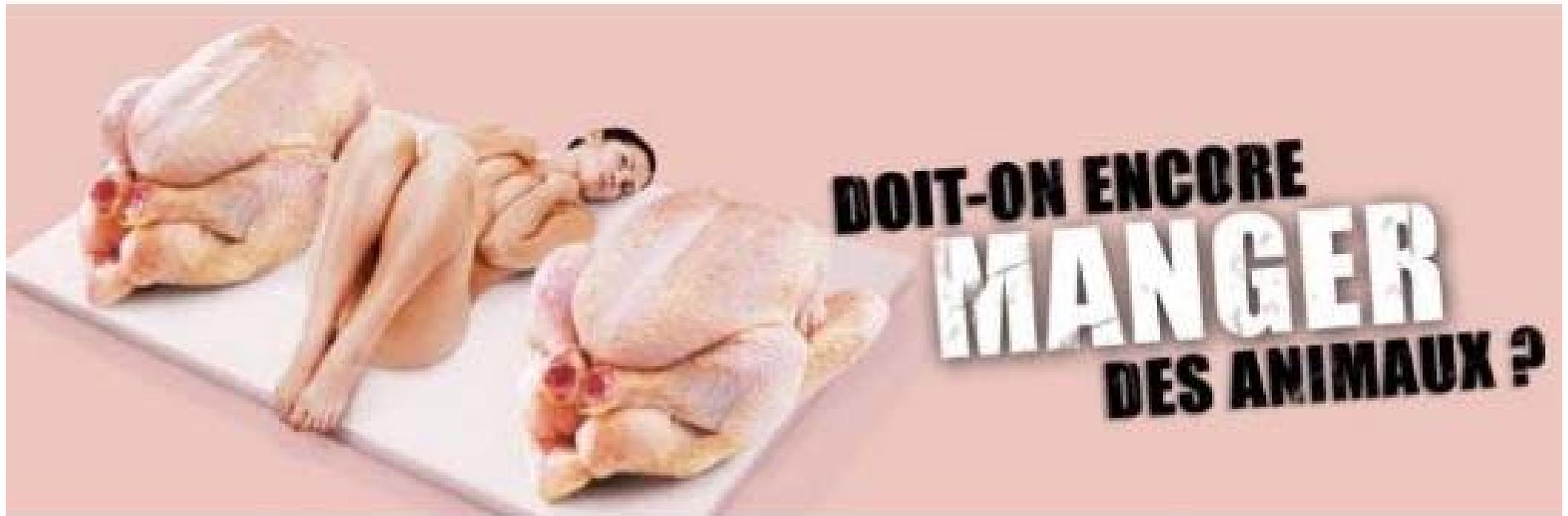
# L'homme est un animal. A-t-on le droit de tuer des animaux pour les manger ?



manger de la viande est un péché

# Un sujet médiatique

*Thema Arte consacré à la Viande*



# A-t-on le droit de tuer des animaux pour les manger ?

- Le philosophe Lestel (2011) considère que l'anti-spécisme contient une contradiction majeure :
- il revendique l'égalité de toutes les espèces animales, dont l'Homme,
- mais refuse d'accorder le droit à la prédation à une seule espèce, l'Homme, alors qu'il reconnaît ce droit à toutes les autres.

**Ce qui est naturel est bon.  
Ceci est naturel.**



# L'élevage est désormais considéré comme une menace pour la planète et pour l'humanité

**1. A-t-on le droit de tuer des animaux pour les manger ?**

**2. Quid du bien-être animal dans les élevages modernisés ?** : la notion « d'élevage industriel » est invoquée pour qualifier les méthodes d'élevage intensif accusées d'induire un certain mal-être des animaux domestiques ;

**3. Comment résoudre le problème de la dégradation de l'environnement par l'élevage** (gaz à effet de serre par les élevages de ruminants, consommation d'énergie et d'eau notamment par les effluents)

**4. Comment résoudre le problème de la faim dans le monde :**  
« l'élevage industriel » nourrit avec des céréales et des oléo-protéagineux entraîne une concurrence accrue entre l'Homme et l'animal pour l'utilisation des ressources alimentaires végétales.

# Quid du bien-être animal dans les élevages modernisés ?

- La condamnation morale de la souffrance inutile des animaux est présente dans la philosophie antique, avec Pythagore.
- La question d'aujourd'hui porte sur l'abus de pouvoir de l'Homme sur ses animaux domestiques suite à la modernisation des techniques d'élevage et d'abattage.
- Les critiques les plus emblématiques portent sur la grande taille des élevages et leurs conséquences sur la vie des animaux maintenus en grand nombre dans des bâtiments fermés.
- Elles portent aussi sur la contention des animaux et les mutilations pratiquées pour améliorer les performances d'élevage (écornage des veaux, castration des porcelets...).

# Quid du bien-être animal dans les élevages modernisés ?

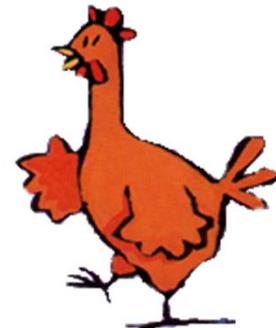
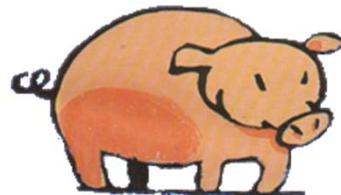


Welfare Quality<sup>®</sup> (2004-2009) aimed to:

propose a standard for the evaluation of welfare  
for bovines, pigs and poultries

– to transform it into a standard of information

⇒ *To work out a model of total evaluation of  
animal welfare*



# Definition of the family of criteria

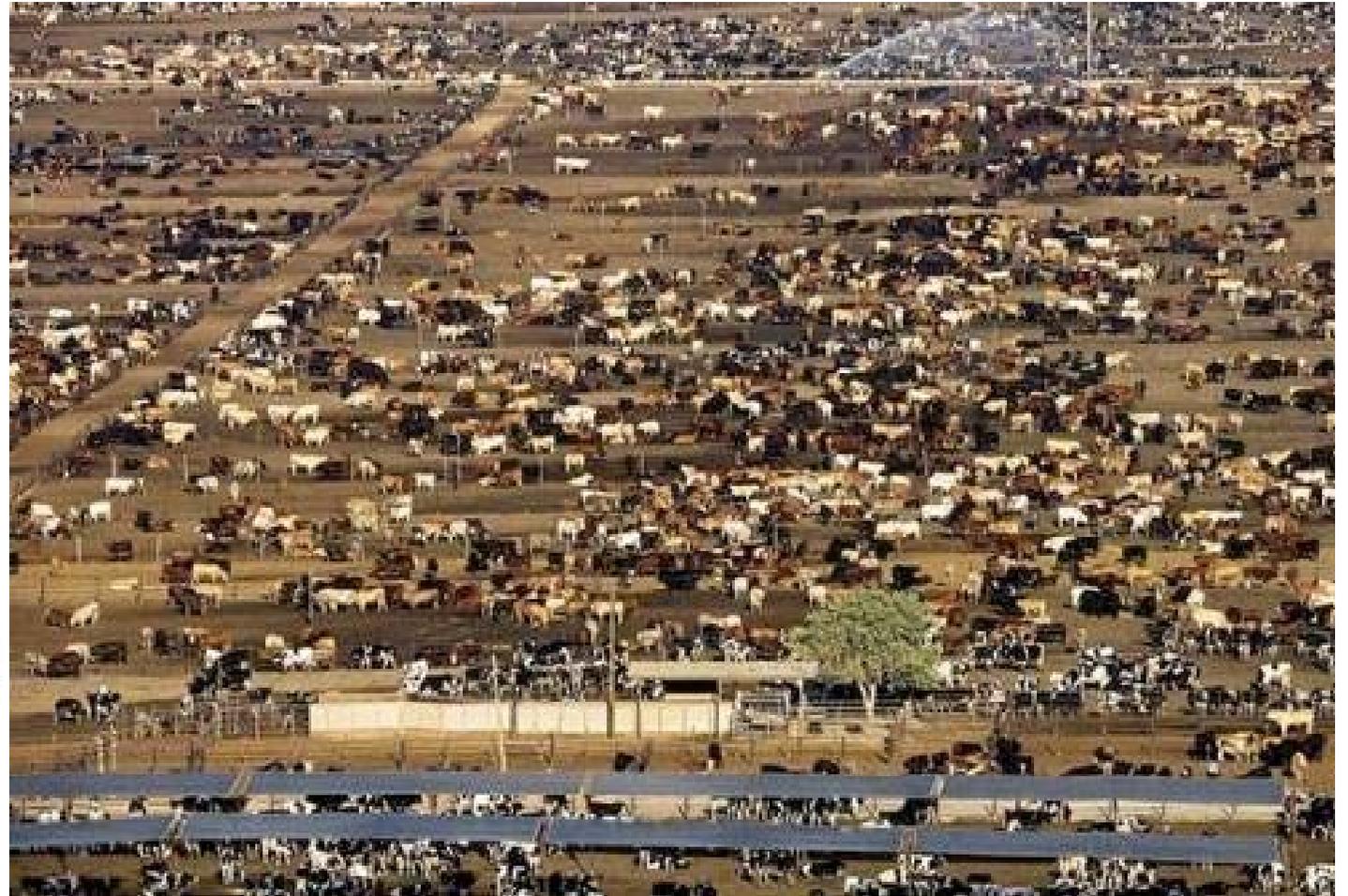
Criteria	Under-criteria
Adapted food	1. Absence of prolonged hunger
	2. Absence of prolonged thirst
Correct housing	3. Comfort around the rest
	4. Thermal Comfort
	5. Facility of displacement
Good health	6. Absence of wounds
	7. Absence of diseases
	8. Absence of pain caused by the practices of rearing
Suitable behavior	9. Expression of the social behaviors
	10. Expression of the other behaviors
	11. Good relationships with men
	12. Absence of fear (in general)

# Quid du bien-être animal dans les élevages modernisés ?

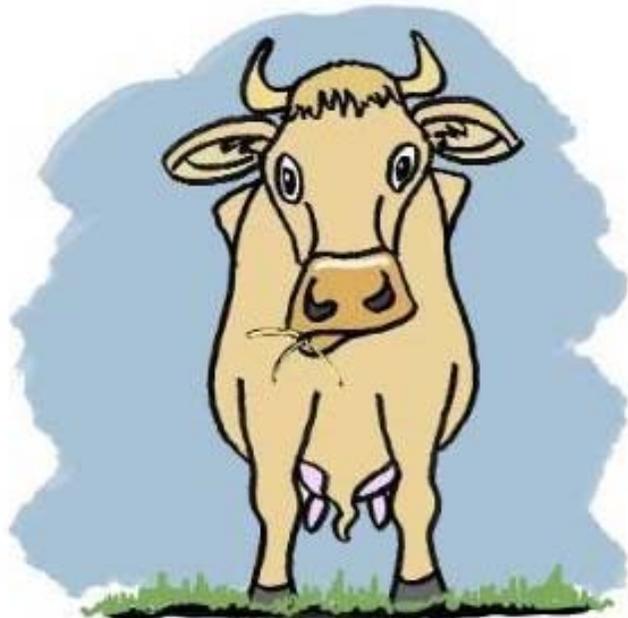
- Dans les pays développés, une réglementation de plus en plus précise encadre l'élevage. Elle évolue constamment pour modifier les pratiques en vue d'améliorer le bien-être des animaux.
- En Europe par exemple les anabolisants sont interdits dans la finition des bovins.
- Cette évolution résulte d'un compromis entre la contrainte économique et la demande sociale.
- **Et la viande artificielle dispose là d'un avantage radical.**



# IL NE FAUT PAS CONFONDRE !



# IL NE FAUT PAS CONFONDRE !



VACHE DU PLATEAU  
DE MILLEVACHES



A photograph of a herd of brown cows in a lush green field. The cows are scattered across the field, some standing and some lying down. The field is filled with tall grass and small white flowers. In the background, there is a dense forest of green trees. The overall scene is peaceful and idyllic.

**Beautiful landscape**

**Happy cows**

**PUFA-rich meat**

**Biodiversity**

**Natural feeding**

**Carbon sequestration**

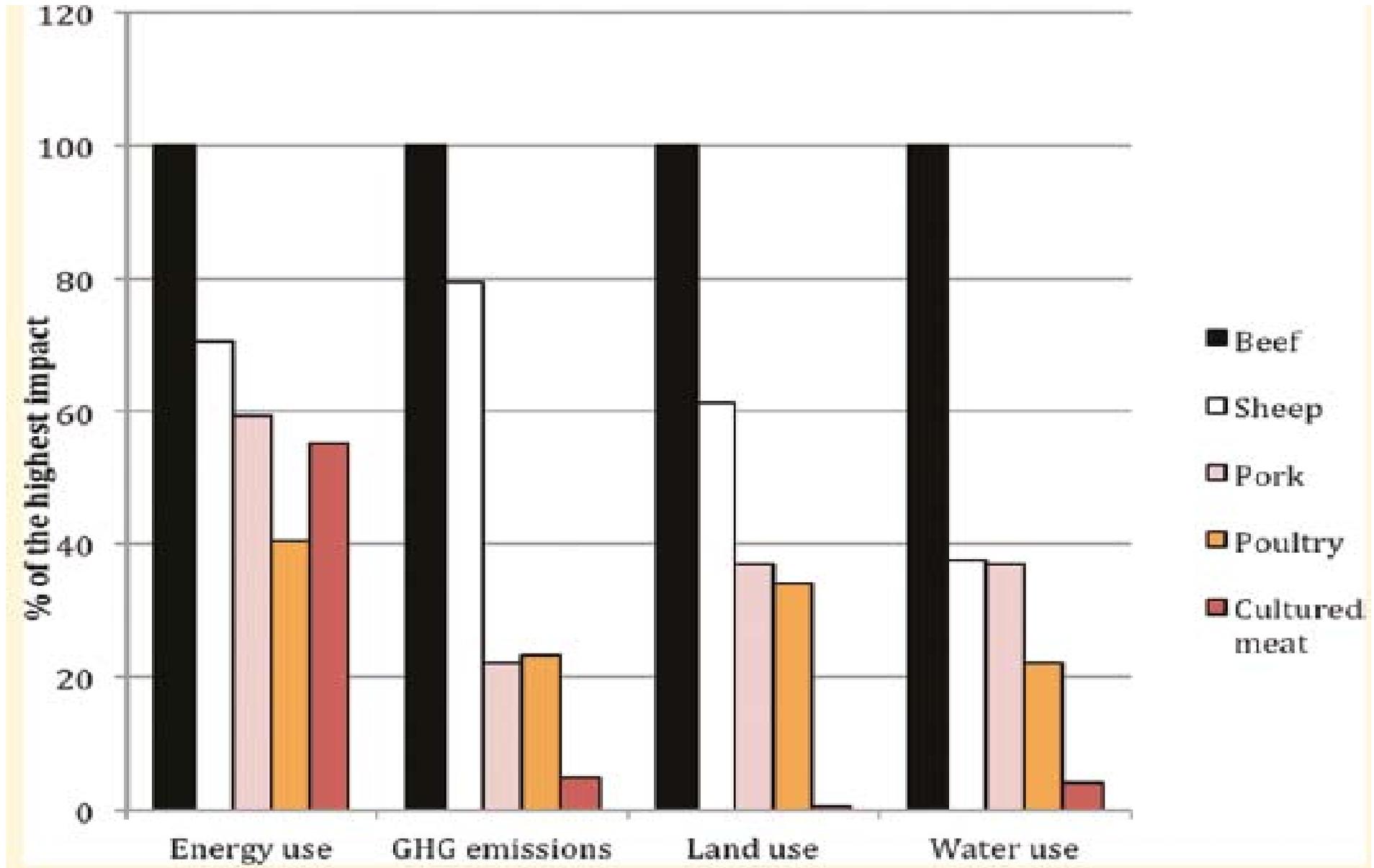
# Avantage de la viande artificielle

La viande artificielle supprimerait le mal-être supposé des animaux lié à l'élevage et permettrait de ne pas abattre les animaux pour les manger.

# L'élevage est désormais considéré comme une menace pour la planète et pour l'humanité

- 1. A-t-on le droit de tuer des animaux pour les manger ?**
- 2. Quid du bien-être animal dans les élevages modernisés ?** : la notion « d'élevage industriel » est invoquée pour qualifier les méthodes d'élevage intensif accusées d'induire un certain mal-être des animaux domestiques ;
- 3. Comment résoudre le problème de la dégradation de l'environnement par l'élevage** (gaz à effet de serre par les élevages de ruminants, consommation d'énergie et d'eau notamment par les effluents)
- 4. Comment résoudre le problème de la faim dans le monde :**  
« l'élevage industriel » nourrit avec des céréales et des oléo-protéagineux entraîne une concurrence accrue entre l'Homme et l'animal pour l'utilisation des ressources alimentaires végétales.

# La viande artificielle polluerait moins



Tuomisto H.L., Teixeira de Mattos M.J., 2011. Environmental impacts of cultured meat production. Environ. Sci. Technol., 45, 6117-6123.

# Ce qui est dit dans la presse



Viande bovine ? Mais les chiffres sont faux

# Use the right numbers: the example of water

- **Green water:** Water needed for plant growth
- **Blue water:** Liquid water withdrawn from rivers, lakes or groundwater for human activities
- **Grey water:** Water to be added to polluted water so that it meets environmental standards for a future use.
- It is stated that 1 kg beef requires 15 000 – 20 000 L water for its production, but this value corresponds for almost 95% to 'green' water which would be 'used' even if land is free of animals.
- The right number is closer to 500 à 700 liters (about 50 L with the impact coefficient according to Gac A., Idele).
- No relation with water scarcity.

# Points forts et points faibles de la viande artificielle

- L'impact environnemental de la viande artificielle est difficile à évaluer en l'absence de données sur le fonctionnement d'une usine de production.
- La viande artificielle présenterait toutefois un intérêt modéré pour réduire les gaz à effet de serre et la pollution par les nitrates,
- un intérêt limité quant à l'utilisation des énergies fossiles,
- voire très limité pour limiter les besoins en eau,
- mais elle libérerait des terres cultivables.
- Elle entraînerait probablement dans l'eau des résidus de molécules de synthèse.

# L'élevage est désormais considéré comme une menace pour la planète et pour l'humanité

- 1. A-t-on le droit de tuer des animaux pour les manger ?**
- 2. Quid du bien-être animal dans les élevages modernisés ?** : la notion « d'élevage industriel » est invoquée pour qualifier les méthodes d'élevage intensif accusées d'induire un certain mal-être des animaux domestiques ;
- 3. Comment résoudre le problème de la dégradation de l'environnement par l'élevage** (gaz à effet de serre par les élevages de ruminants, consommation d'énergie et d'eau notamment par les effluents)
- 4. Comment résoudre le problème de la faim dans le monde :**  
« l'élevage industriel » nourrit avec des céréales et des oléo-protéagineux entraîne une concurrence accrue entre l'Homme et l'animal pour l'utilisation des ressources alimentaires végétales.

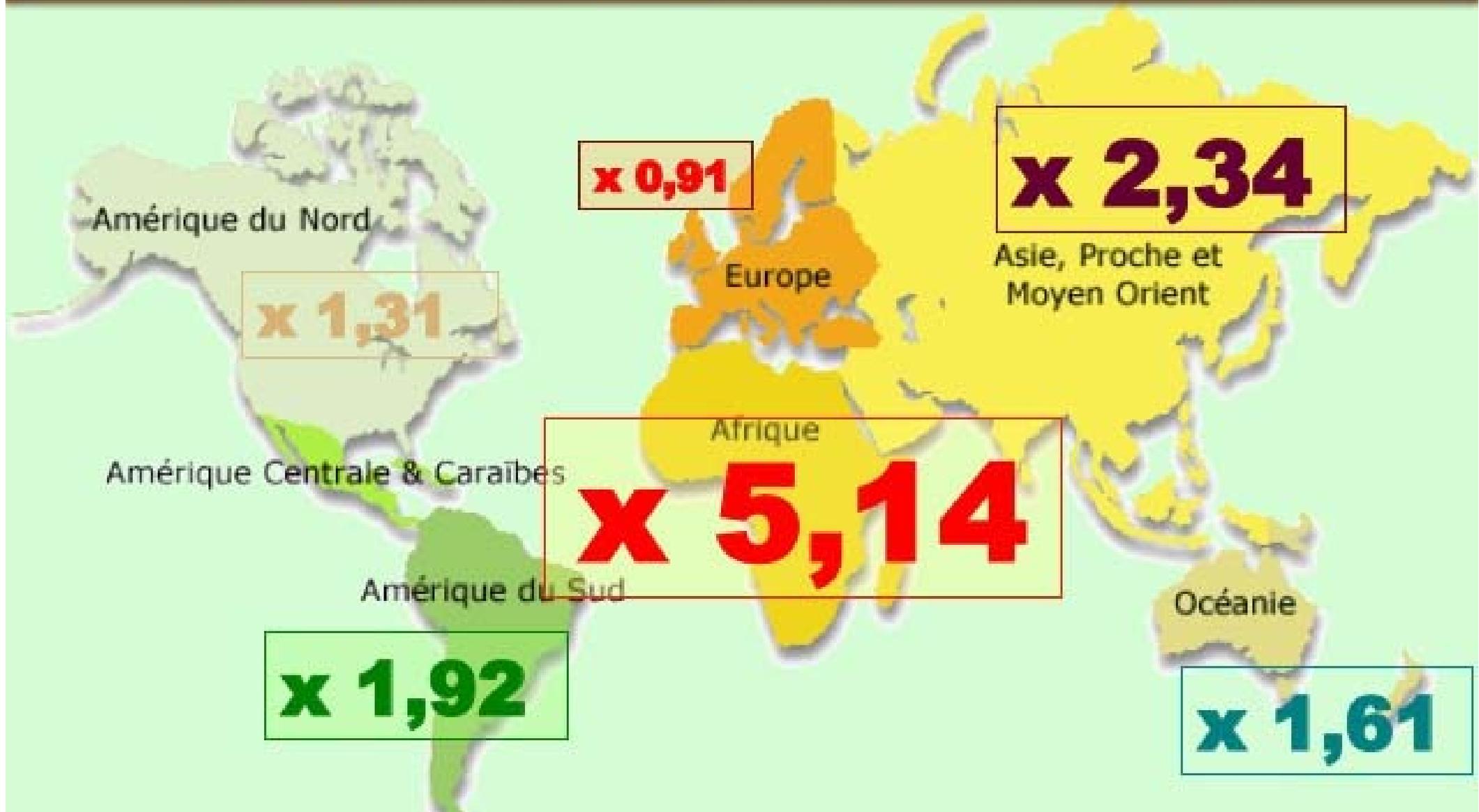
# Un problème politique ?



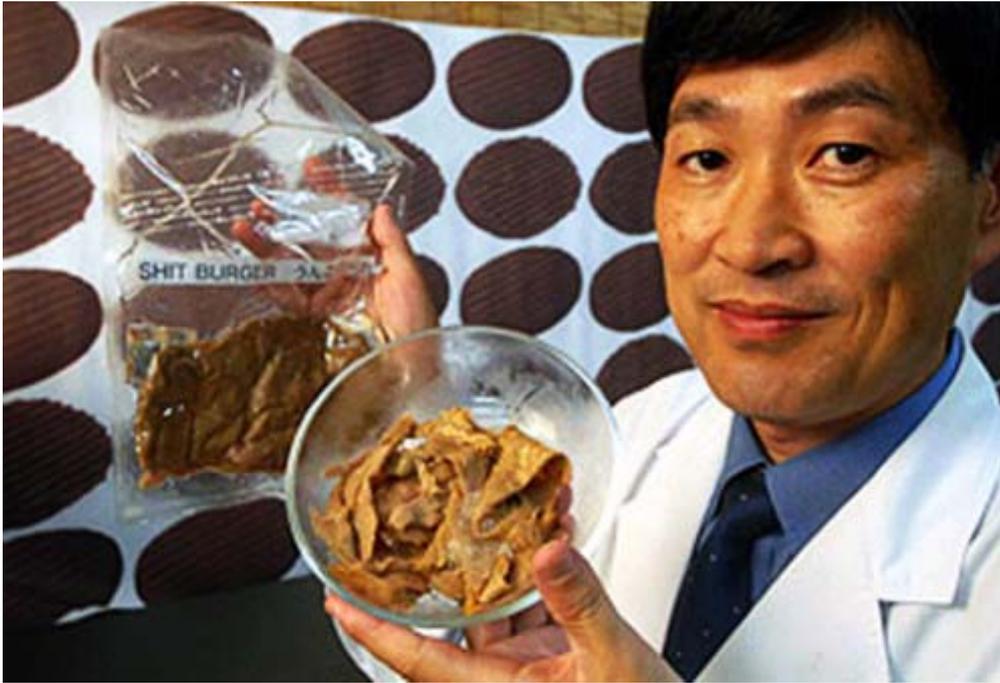
**Dans les pays développés, le gaspillage représente 30% des ressources alimentaires**

# Les besoins alimentaires

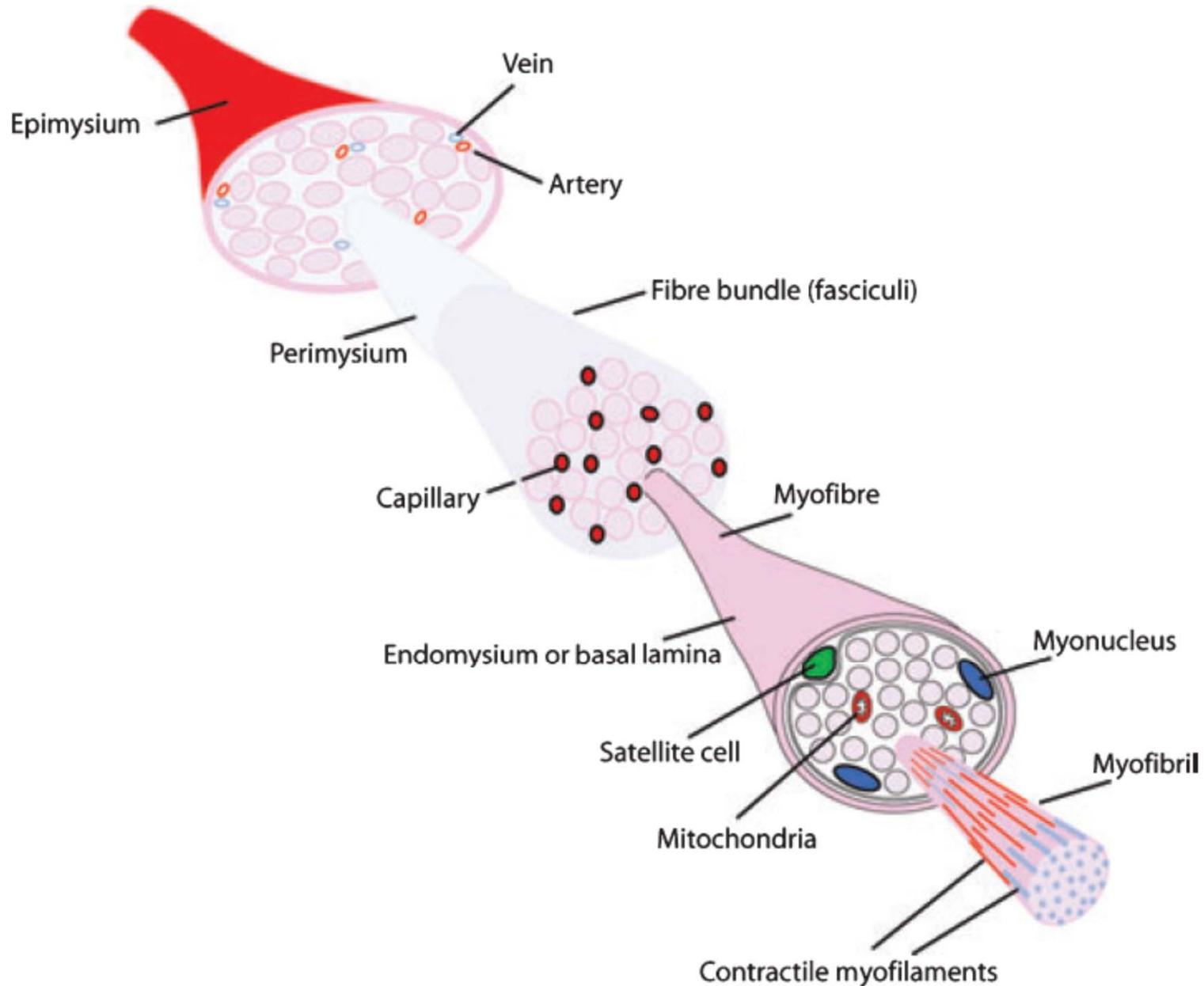
Il faudrait augmenter de 70% la production agricole pour que tout le monde mange bien en 2050



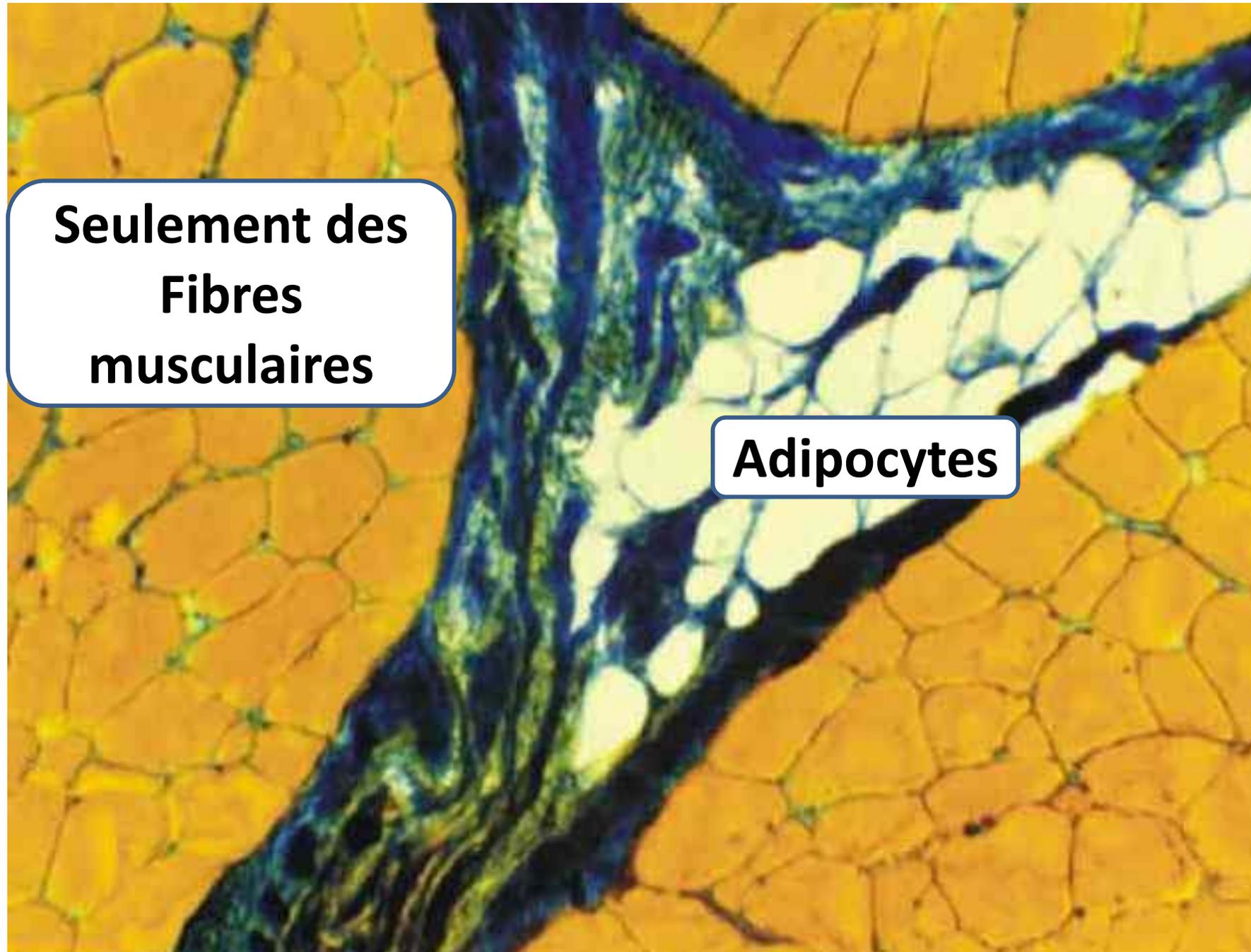
# Le cacaburger : les protéines du futur ?



# Mais fabrique-t-on vraiment du muscle ?



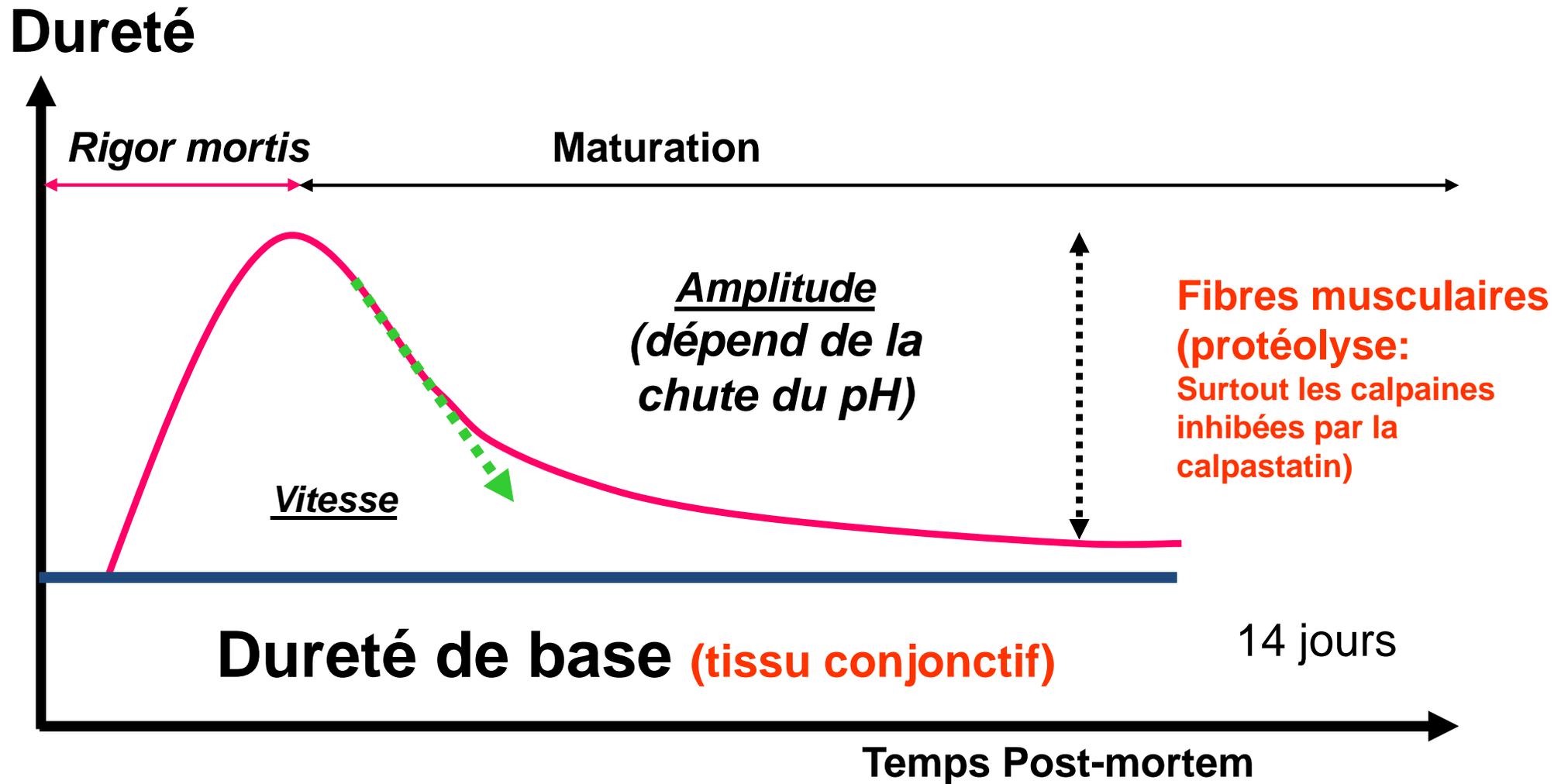
# Mais fabrique-t-on vraiment du muscle ?



**Seulement des  
Fibres  
musculaires**

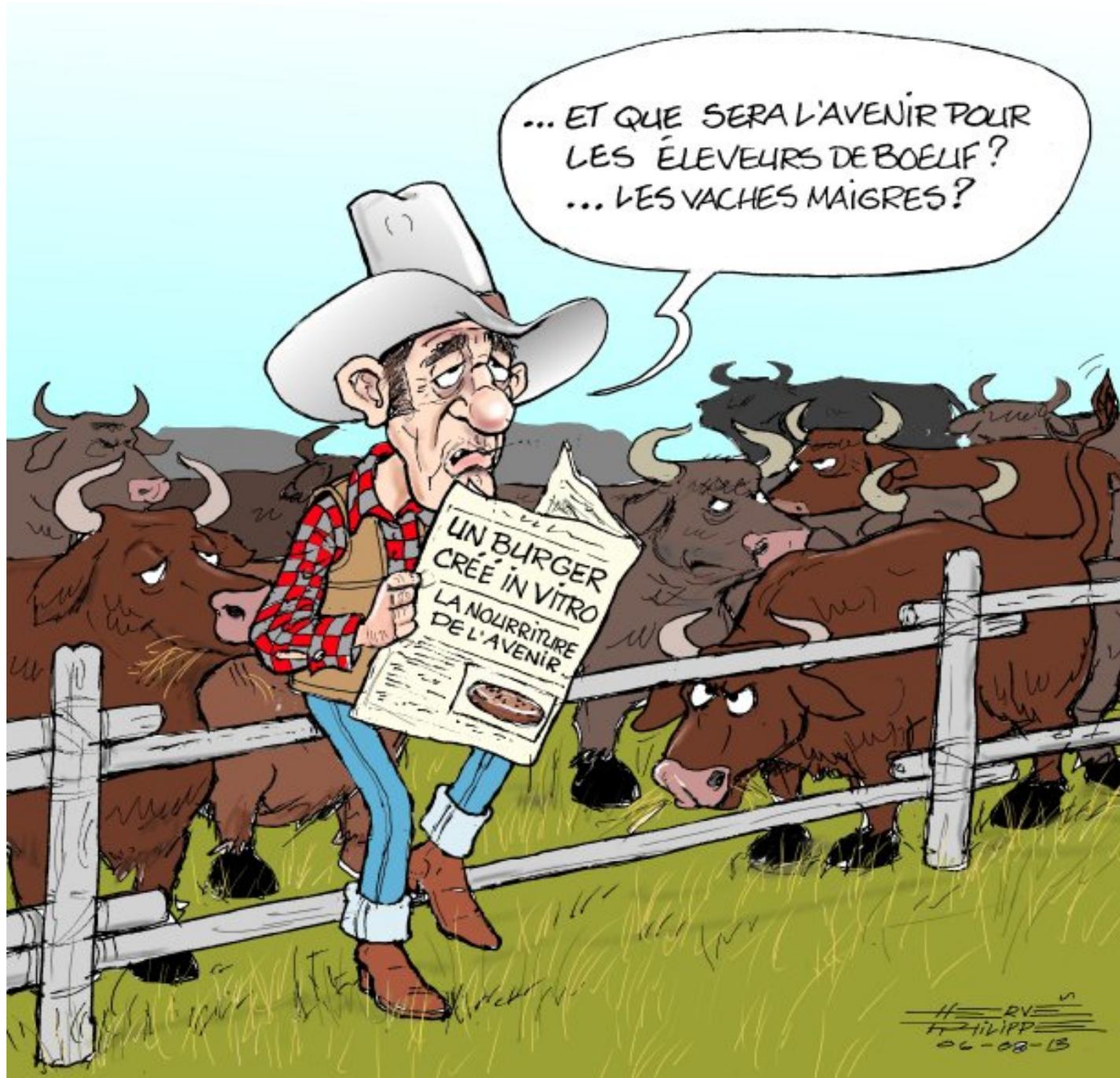
**Adipocytes**

# Mais a-t-on fabriqué de la viande ?



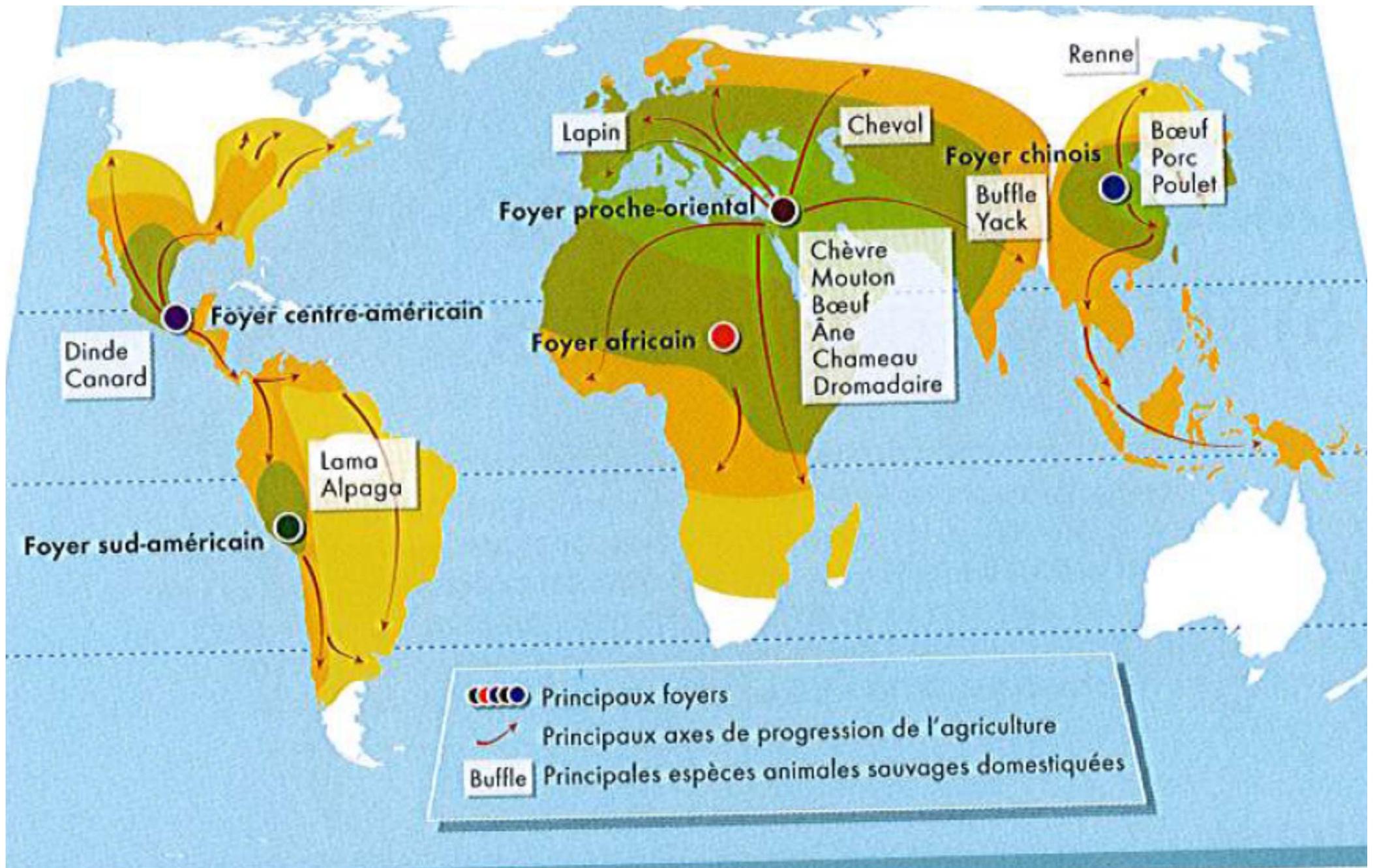
Il n'est pas vraiment prévu de faire mûrir la viande artificielle

# Et la dimension sociale de l'élevage ?



# Manger des petits animaux (cochons d'inde, rats ?)





# Manger des protéines de champignons

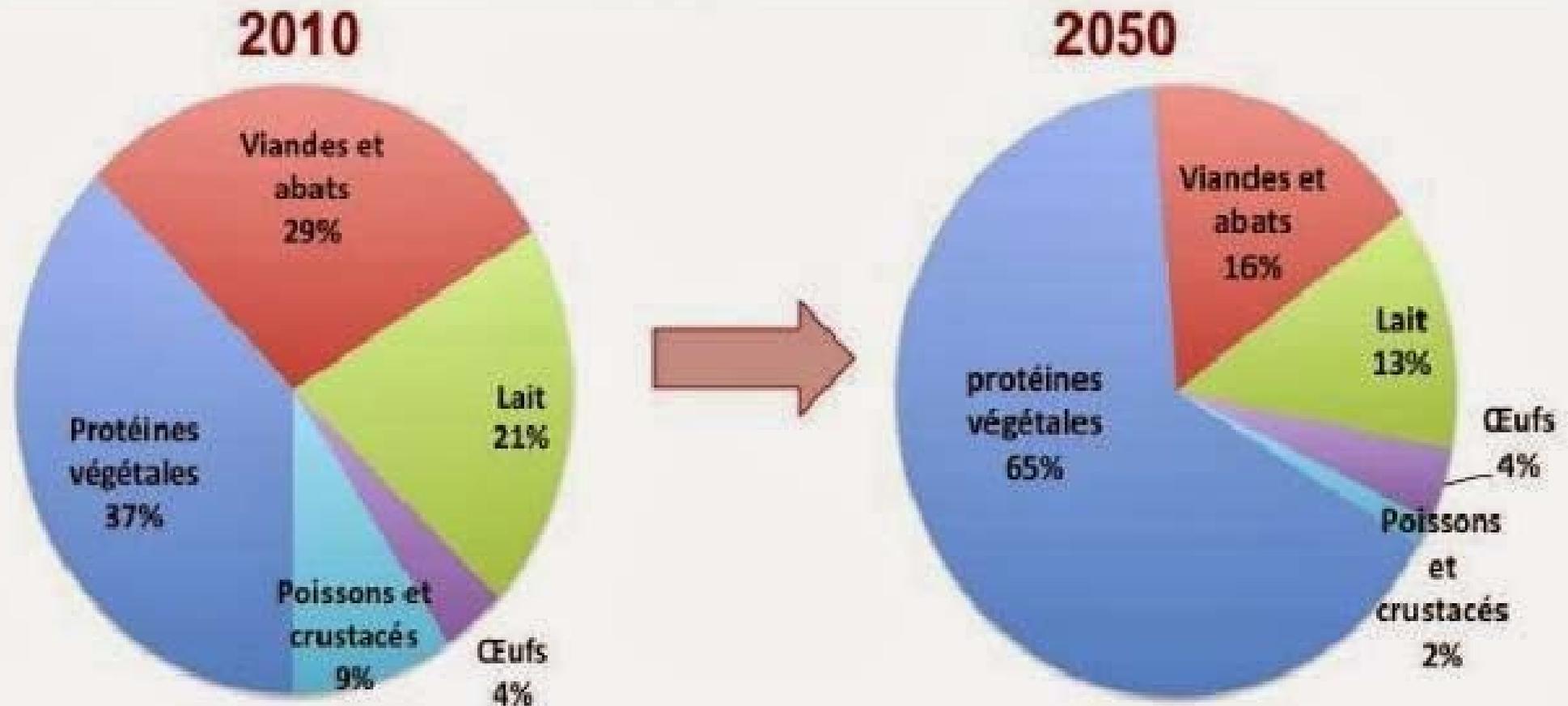
## Le QUORN

- ❑ Champignon microscopique cultivé selon un procédé de FERMENTATION
- ❑ Il devient MACROSCOPIQUE
- ❑ MYCOPROTEINE
- ❑ Cellules divisées, filées, texturées >>> HACHE
- ❑ Succédané de viande



# Manger davantage de protéines végétales et moins de protéines animales

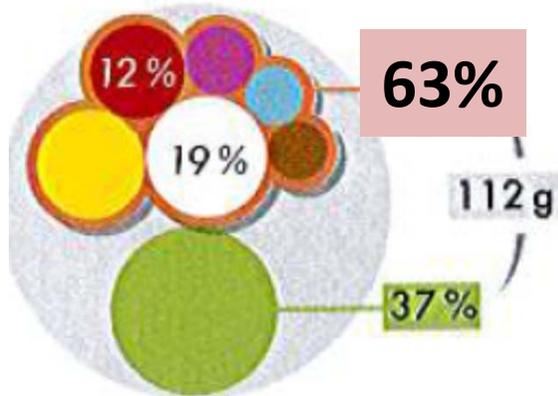
Afterres2050 – Solagro – Version du 29/11/2011



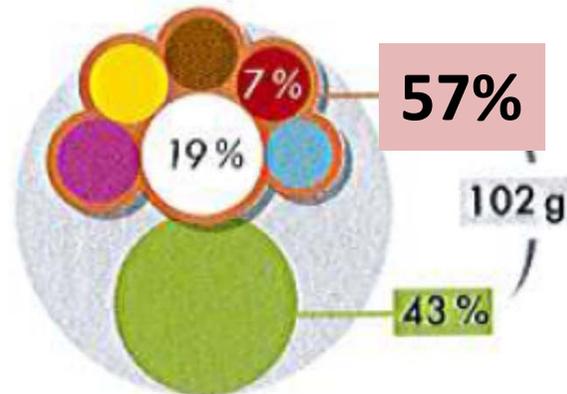
Évolution de la répartition des protéines dans l'alimentation des français entre 2010 et 2050

# Origine des protéines consommées par jour dans le monde

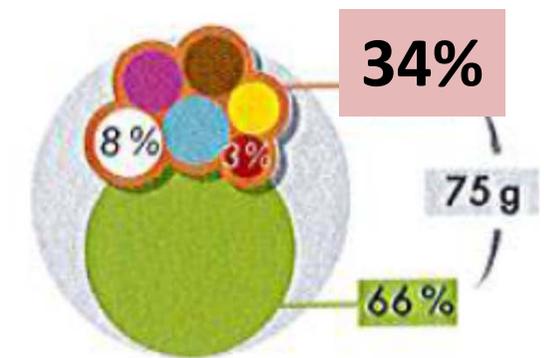
## Amérique du Nord



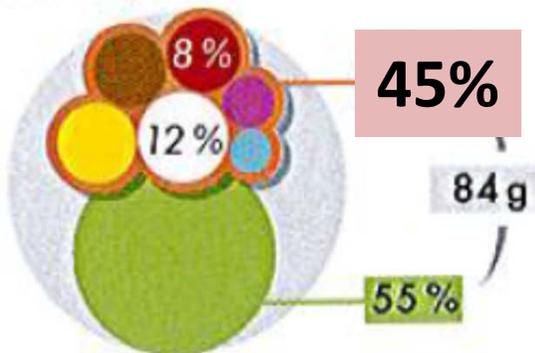
## Europe



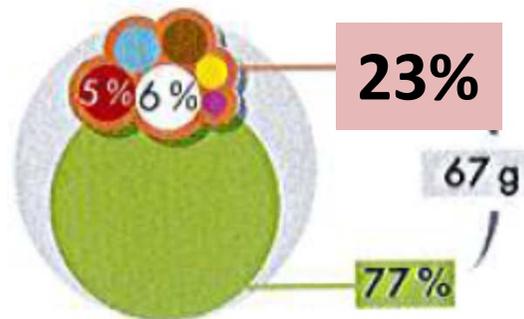
## Asie



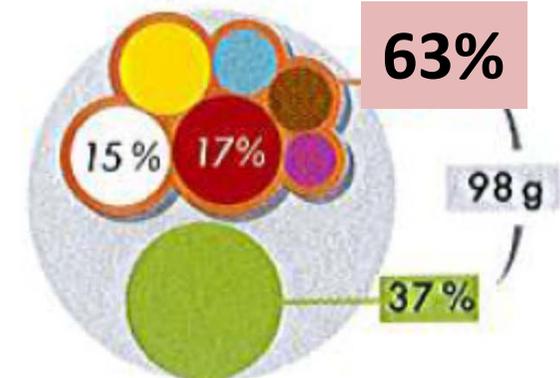
## Amérique centrale



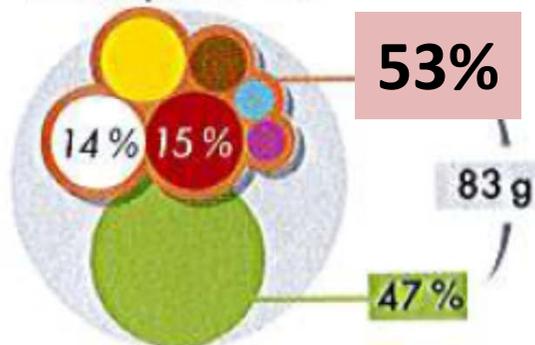
## Afrique



## Océanie



## Amérique du Sud



Origine des protéines dans la consommation journalière par région géographique, en %

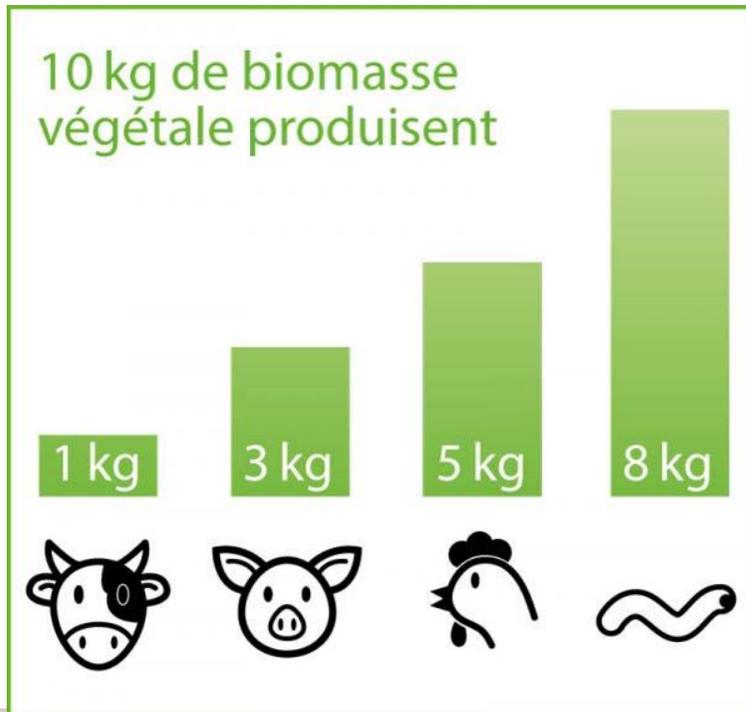
- Viande d'herbivore (bovine, ovine, caprine)
- Végétaux
- Porc
- Produits laitiers
- Volailles
- Poissons et crustacés
- Autres viandes et œufs
- Total des protéines d'origine animale

Quantité de protéines dans la consommation journalière en grammes et par habitant

# Manger des insectes = le futur ?

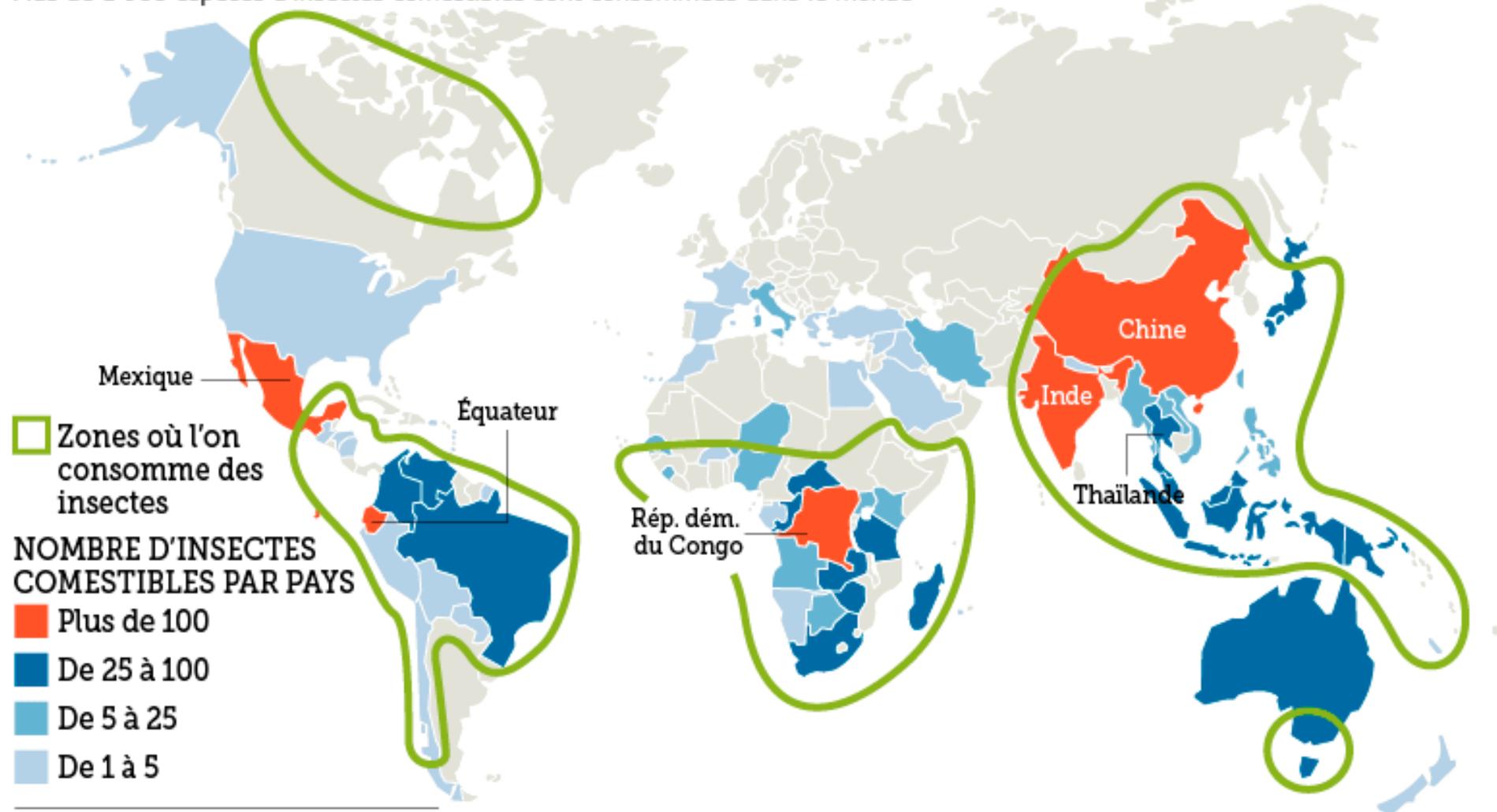


# Manger des insectes = le futur ?



# Des insectes pour contribuer à la sécurité alimentaire de la planète

Plus de 1 900 espèces d'insectes comestibles sont consommées dans le monde



## INSECTES LES PLUS CONSOMMÉS, en %



**31%**

Coléoptères



**18%**

Chenilles



**14%**

Fourmis, guêpes, abeilles



**13%**

Sauterelles, criquets, grillons



**10%**

Cigales, chrysomèles, cicadelles, cochenilles, hémiptères

Source : FAO, Atlas mondial des cuisines et gastronomies

17/05/2013

GRAND PRIX DU FESTIVAL  
DU FILM FANTASTIQUE  
D'AVORIAZ 1974



# SOLEIL VERT

METRO-GOLDWYN MAYER présente

CHARLTON HESTON · LEIGH TAYLOR-YOUNG dans  
"SOLEIL VERT" (SOYLENT GREEN) avec CHUCK CONNORS · JOSEPH COTTEN  
BROCK PETERS · PAULA KELLY et EDWARD G. ROBINSON

Scénario de STANLEY R. GREENBERG d'après un roman de HARRY HARRISON · Musique originale FRED MYROW  
Produit par WALTER SELTZER et RUSSELL THACHER · Réalisé par RICHARD FLEISCHER

METROCOLOR PANAVISION · DISTRIBUE PAR CINEMA INTERNATIONAL CORPORATION

# La viande du futur sera-t-elle produite *in vitro* ?

J.-F. HOCQUETTE<sup>1,2</sup>, P. MAINSANT<sup>3</sup>, J.-D. DAUDIN<sup>4</sup>, I. CASSAR-MALEK<sup>1,2</sup>, D. RÉMOND<sup>5,6</sup>, M. DOREAU<sup>1,2</sup>,  
P. SANS<sup>7,8</sup>, D. BAUCHART<sup>1,2</sup>, J. AGABRIEL<sup>1,2</sup>, W. VERBEKE<sup>9</sup>, B. PICARD<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> INRA, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

<sup>2</sup> Clermont Université, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France

<sup>3</sup> Académie de la Viande, 149 rue de Bercy, 75012 Paris, France

<sup>4</sup> INRA, UR0370 QuaPA, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

<sup>5</sup> INRA, UMR1019, Nutrition Humaine, CRNH Auvergne, 63000 Clermont-Ferrand, France

<sup>6</sup> Clermont Université, Université d'Auvergne, UMR1019, Nutrition Humaine,  
BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France

<sup>7</sup> INP-ENV Toulouse, 23 chemin des Capelles, 31076 Toulouse Cedex 3, France

<sup>8</sup> INRA, UR1303 ALISS, 65 boulevard de Brandebourg, 94205 Ivry-sur-Seine, France

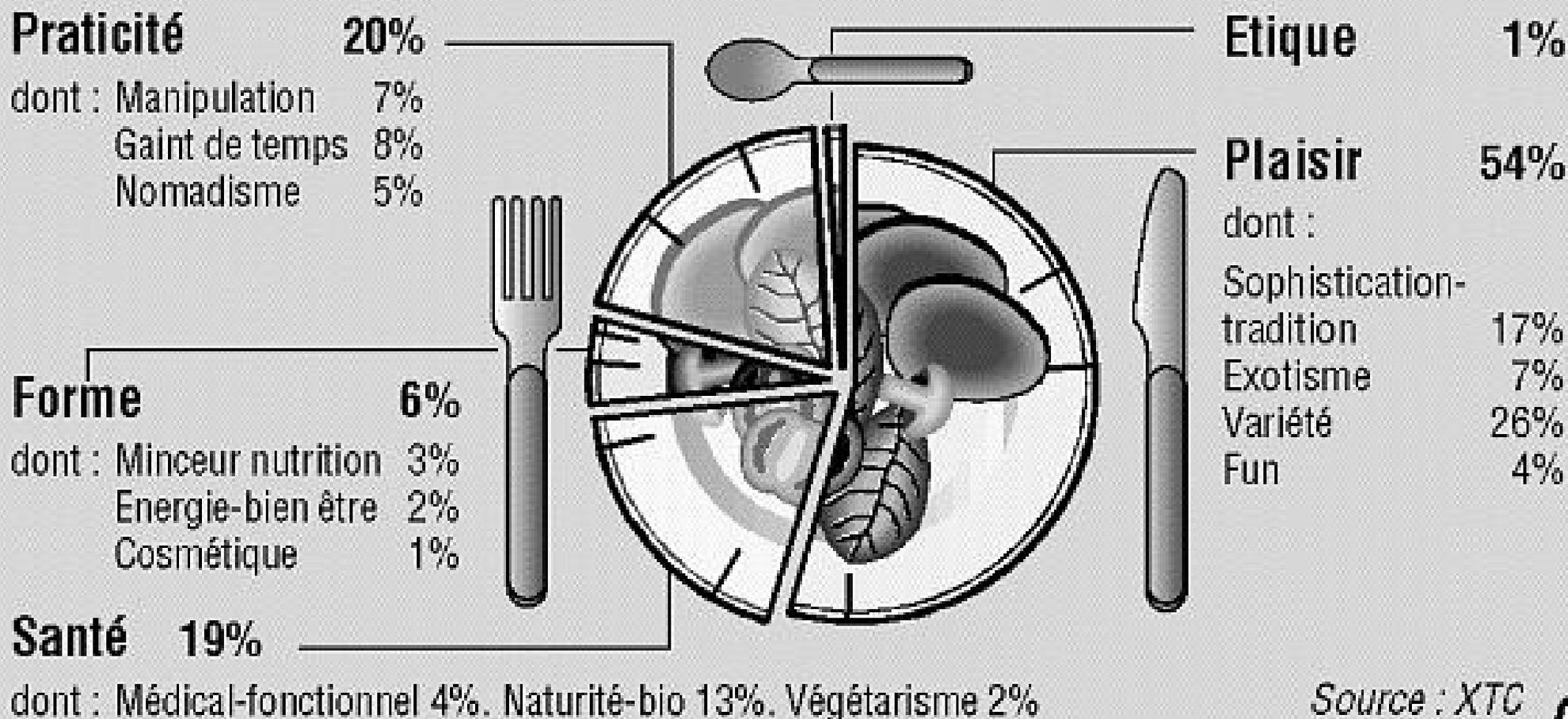
<sup>9</sup> Ghent University, Department of Agricultural Economics, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium

# Plan de l'exposé

1. L'état de l'art concernant la viande artificielle
2. Les justifications du projet « viande artificielle » sont-elles viables ?
3. Qu'en pensent les consommateurs ?

# La vision en 2001 des Echos

## Les tendances de l'innovation alimentaire en 2000 en % des nouveaux produits



Source : XTC





# The survey

7. Do you think that in vitro meat will significantly contribute to reduce the environmental impact of livestock:

Yes : 33-40%

No : 37-41%

I do not know : 23-25%

8. Do you think that in vitro meat will significantly contribute to reduce the animal welfare problem:

Yes : 31-45%

No : 37-48%

I do not know : 17-22%

9. As prime minister or chief of your government, will you support financially research on “in vitro meat”

Yes : 38-47%

No : 35-42%

I do not know : 16-24%

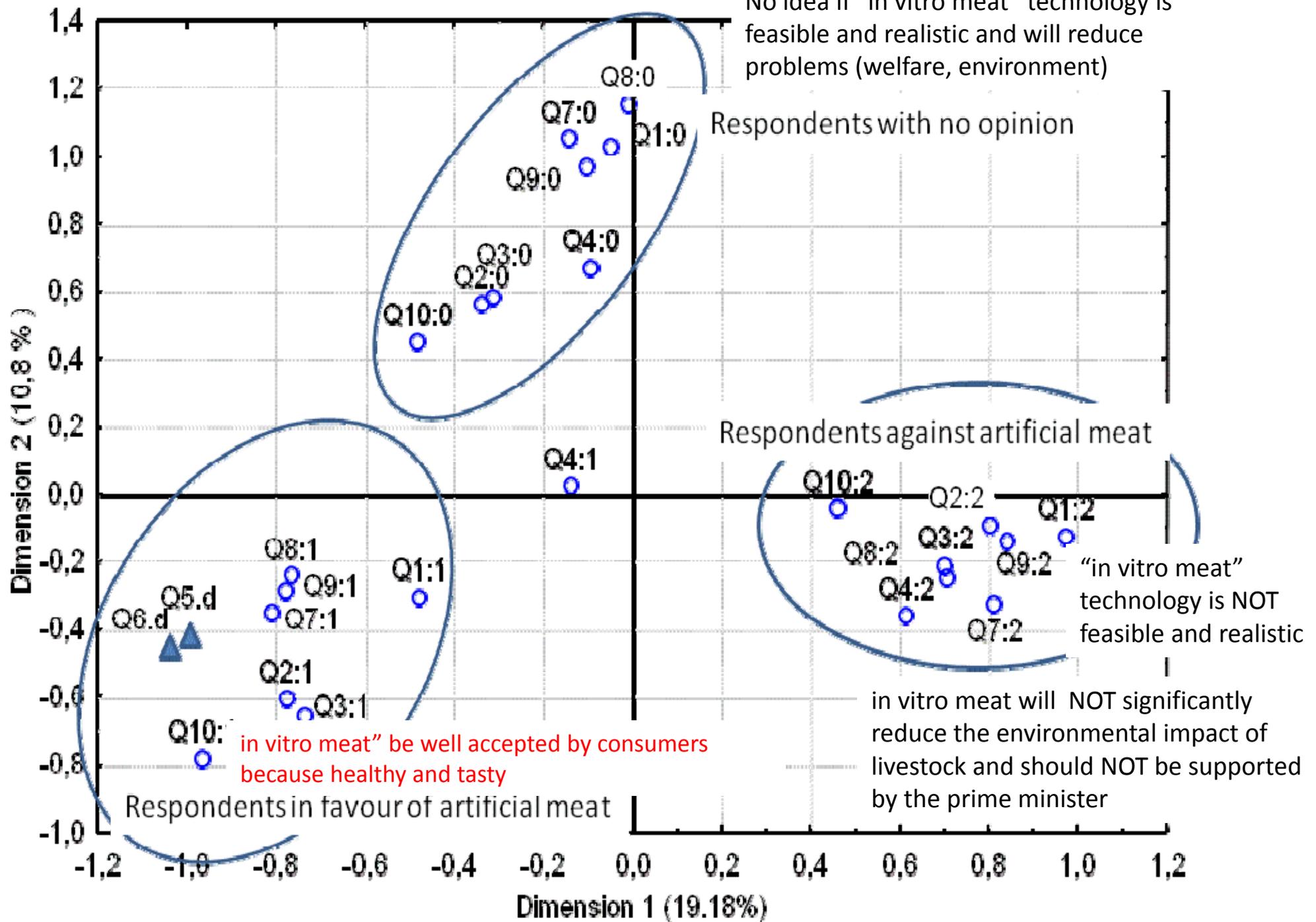
10. **According to your perception, will “in vitro meat” be well accepted by consumers? Will consumers buy it?**

Yes

**No : 49-51%**

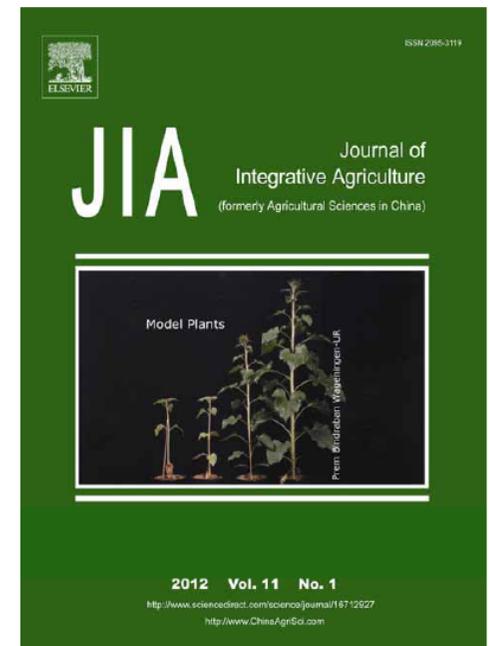
I do not know

# Typology of respondents



# A special issue of JIA

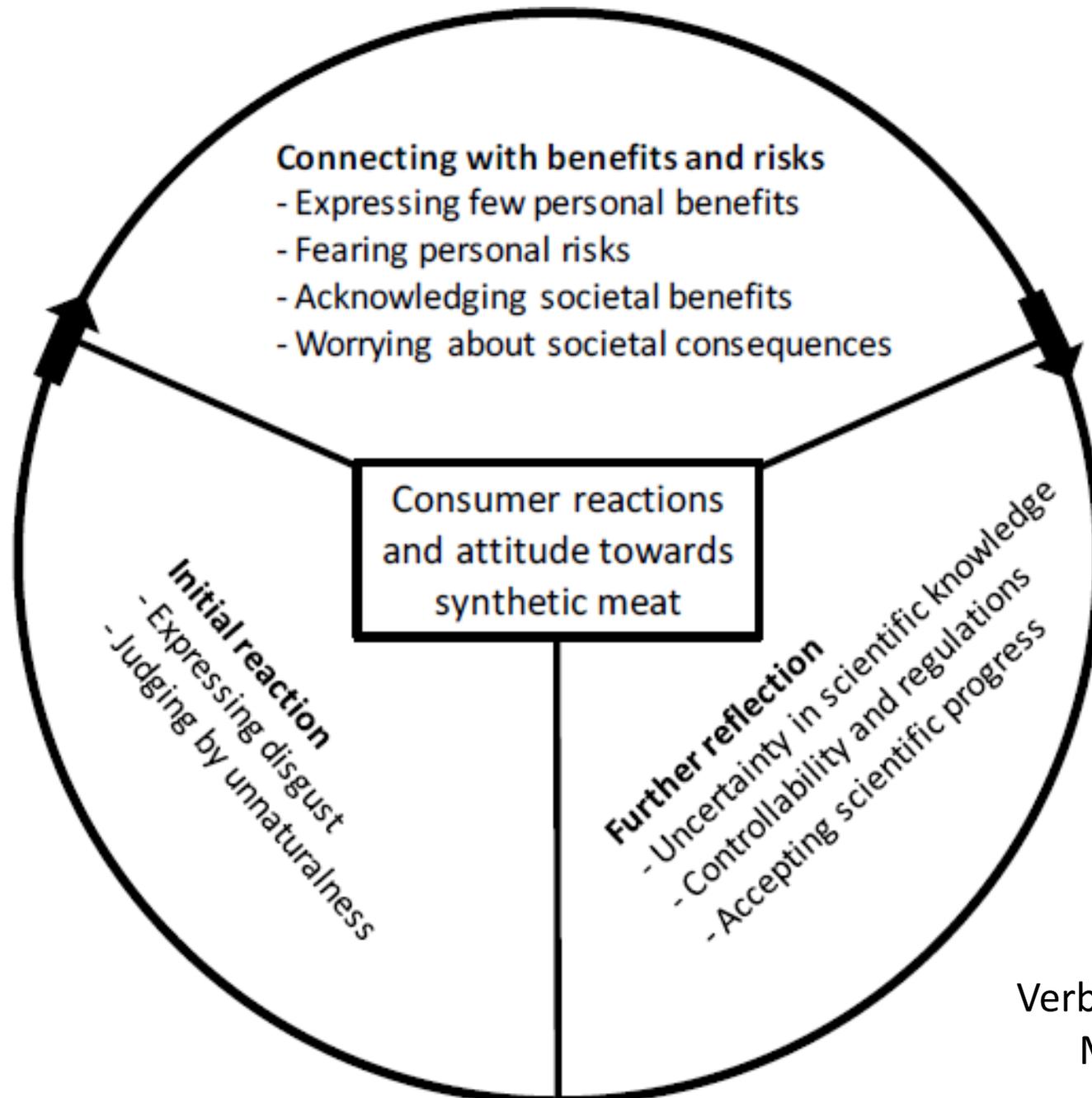
- Bhat ZF, Kumar S, Fayaz H. 2015. In Vitro Meat Production: Challenges and Benefits Over Conventional Meat Production
- Bonny SPF, Gardner G, Pethick DW, Hocquette JF. 2015. What Is 'Artificial Meat' and What Does It Mean for the Future of the Meat Industry,
- Hocquette A, Lambert C, Siquin C, Peterloff L, Wagner Z, Bonny S, Hocquette JF. 2015. Educated Consumers don't Believe Artificial Meat is the Solution to the Problems with the Meat Industry.
- Hopkins PD. 2015. Cultured Meat in Western Media: The Disproportionate Coverage of Vegetarian Reactions, Demographic Realities, and Implications for Cultured Meat Marketing.,
- Kadim I, Mahgoub O, Baqir S, Faye B, Purchas R. 2015. Cultured Meat from Muscle Stem Cells: A Review of Challenges and Prospects.
- Mattick CS, Landis AE, Allenby BR. 2015. A Case for Systemic Environmental Analysis of Cultured Meat.
- Moritz MSM, Verbruggen SEL, Post MJ. 2015. Alternatives for Large-Scale Production of Cultured Beef.
- Orzechowski A. 2015. Artificial Meat? Feasible Approach Based on the Experience from Cell Culture Studies.
- Sun ZC, Yu QL, Han L. 2015. The Environmental Prospects of Cultured Meat in China
- Verbeke W, Sans P, Van Loo EJ. 2015. Challenges and Prospects for Consumer Acceptance of Cultured Meat.



# La viande artificielle : un coup de com?



# Consumers' reactions and attitude formation



# La viande : un enjeu de société ?



On me conseille  
de ne plus acheter  
de viande, qu'est-ce  
que je vais manger ?

Fais comme moi,  
mange de  
l'herbe !



...La viande fait parler...

# MOUVEMENT ANTI-VIANDE...

## L'homme végétarien



# La viande : un enjeu de société ?

