

Développement d'un outil d'optimisation pour aider à la définition des recommandations alimentaires suisse

Congrès Suisse de Nutrition
Bern, 13 Septembre 2024

Matthieu Maillot. PhD
Matthieu.maillot@ms-nutrition.com

Florent Vieux. PhD
florent.vieux@ms-nutrition.com

□ Introduction sur l'optimisation de diètes

Matthieu Maillot, PhD

□ Démonstration de l'outil OPTI-SUISSE

Florent Vieux, PhD

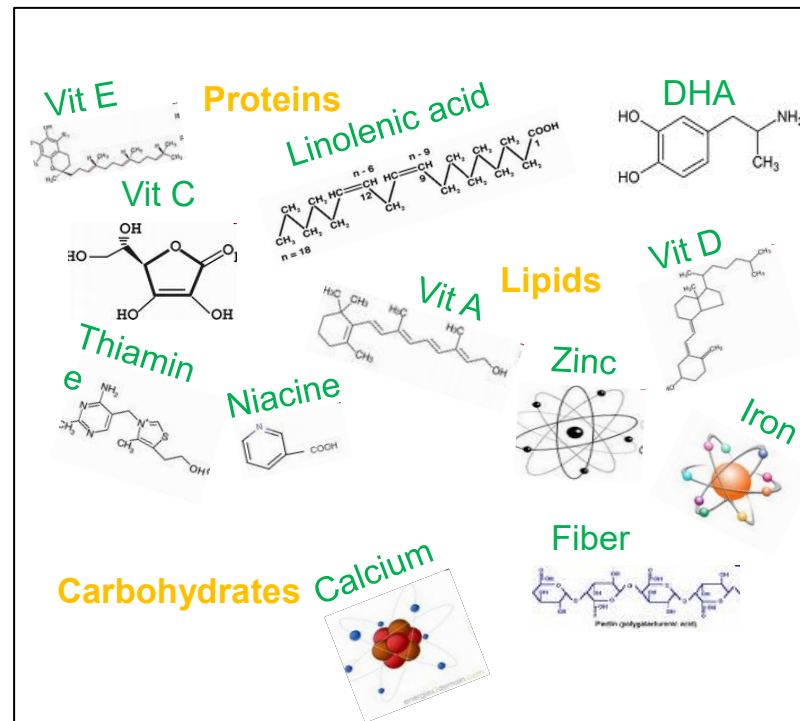
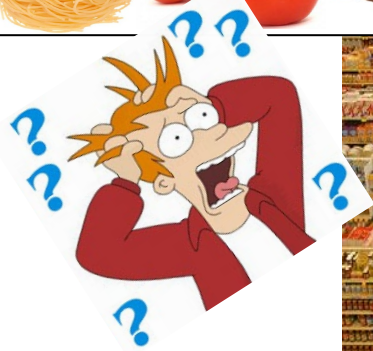


Problématique des nutritionnistes et des diététiciens

Consommations d'ALIMENTS

MAIS

Besoins de NUTRIMENTS



=> Quantités minimales de nutriments :
Fibre, Vitamines, Minéraux

=> Valeurs maximales recommandées
Acides gras saturés, Sel, sucres ajoutés

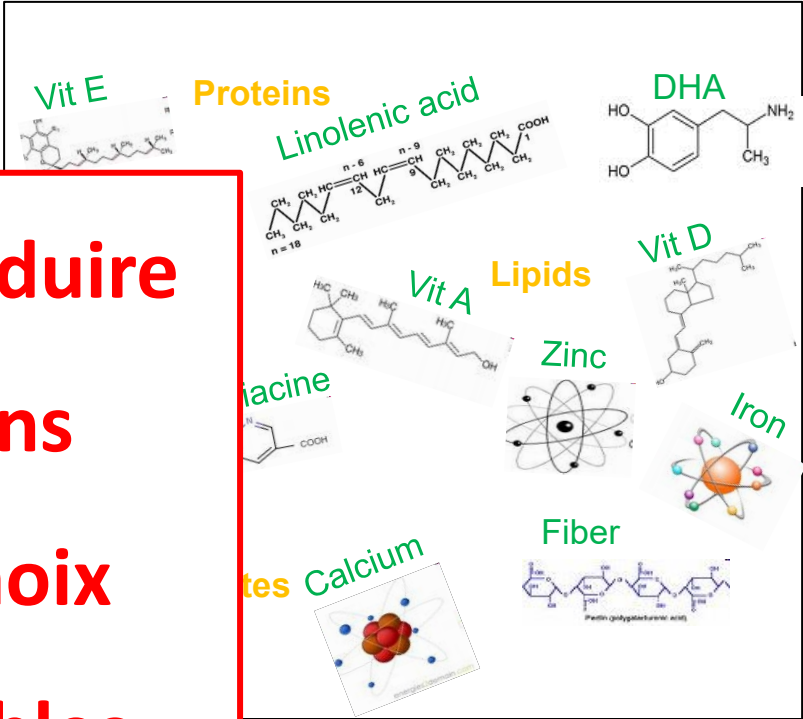


Problématique des nutritionnistes et des diététicien.nes

Consommations d'ALIMENTS MAIS Besoins de NUTRIMENTS



**Il est nécessaire de traduire
les recommandations
nutritionnelles en choix
alimentaires acceptables**



Valeurs minimales de nutriments :

Fibre, Vitamines, Minéraux

=> Valeurs maximales recommandées
Acides gras saturés, Sel, sucres ajoutés

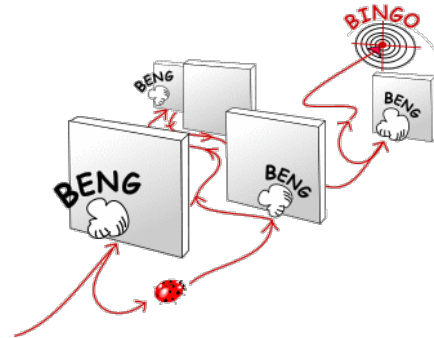


La Programmation Linéaire a été créée pour résoudre un problème lié à la nutrition

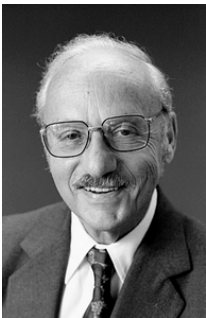


“Quelles quantités de 77 aliments devraient être mangées pour atteindre les recommandations portant sur 9 nutriments à prix minimum?”

George Stigler, the cost of subsistence, 1945



Stigler diet problem
Use of trial and errors method
39.93\$/year



George Dantzig

1947: découverte de l'algorithme du simplex et utilisation pour définir un régime le moins cher possible qui respecterait les besoins d'un GI



Application of the simplex algorithm to
the Stigler diet problem (Laderman, 1948)
39.69\$/year



Principe de la Programmation Linéaire (Exemple Stigler)

1. Variables → Liste d'*ALIMENTS* :



Liste de 77 aliments:

- Composition et énergie en 8 nutriments
- prix

2. Contraintes → les *EXIGENCES* du régime :

- Nutriments (atteinte des 9 recommandations nutritionnelles)



Principe de la Programmation Linéaire (Exemple Stigler)

1. Variables → Liste d'ALIMENTS :



Liste de 77 aliments:

- Composition et énergie et en 8 nutriments
- prix

2. Contraintes → les *EXIGENCES* du régime :

- Nutriments (atteinte des 9 recommandations nutritionnelles)

?

COMPATIBILITE ?



Principe de la Programmation Linéaire (Exemple Stigler)

1. Variables → Liste d'ALIMENTS :



Liste de 77 aliments:

- Composition et énergie et en 8 nutriments
- prix

2. Contraintes → les *EXIGENCES* du régime :

- Nutriments (atteinte des 9 recommandations nutritionnelles)

?

COMPATIBILITE ?

NON

INFAISABILITE: Variables
et/ou contraintes à modifier



Principe de la Programmation Linéaire (Exemple Stigler)

1. Variables → Liste d'ALIMENTS :



Liste de 77 aliments:

- Composition et énergie et en 8 nutriments
- prix

2. Contraintes → les EXIGENCES du régime :

- Nutriments (atteinte des 9 recommandations nutritionnelles)

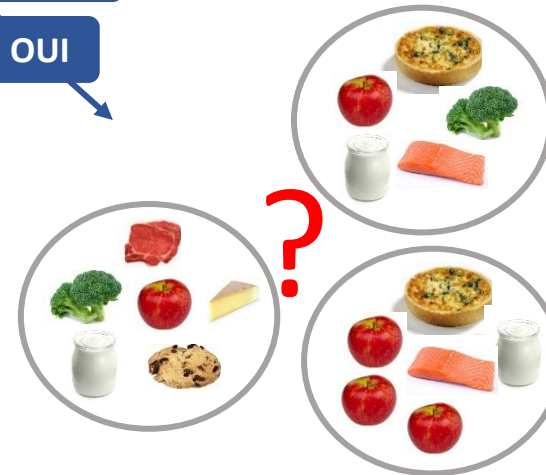
3. Fonction objectif → La QUESTION:

- Coût du régime minimum?

?

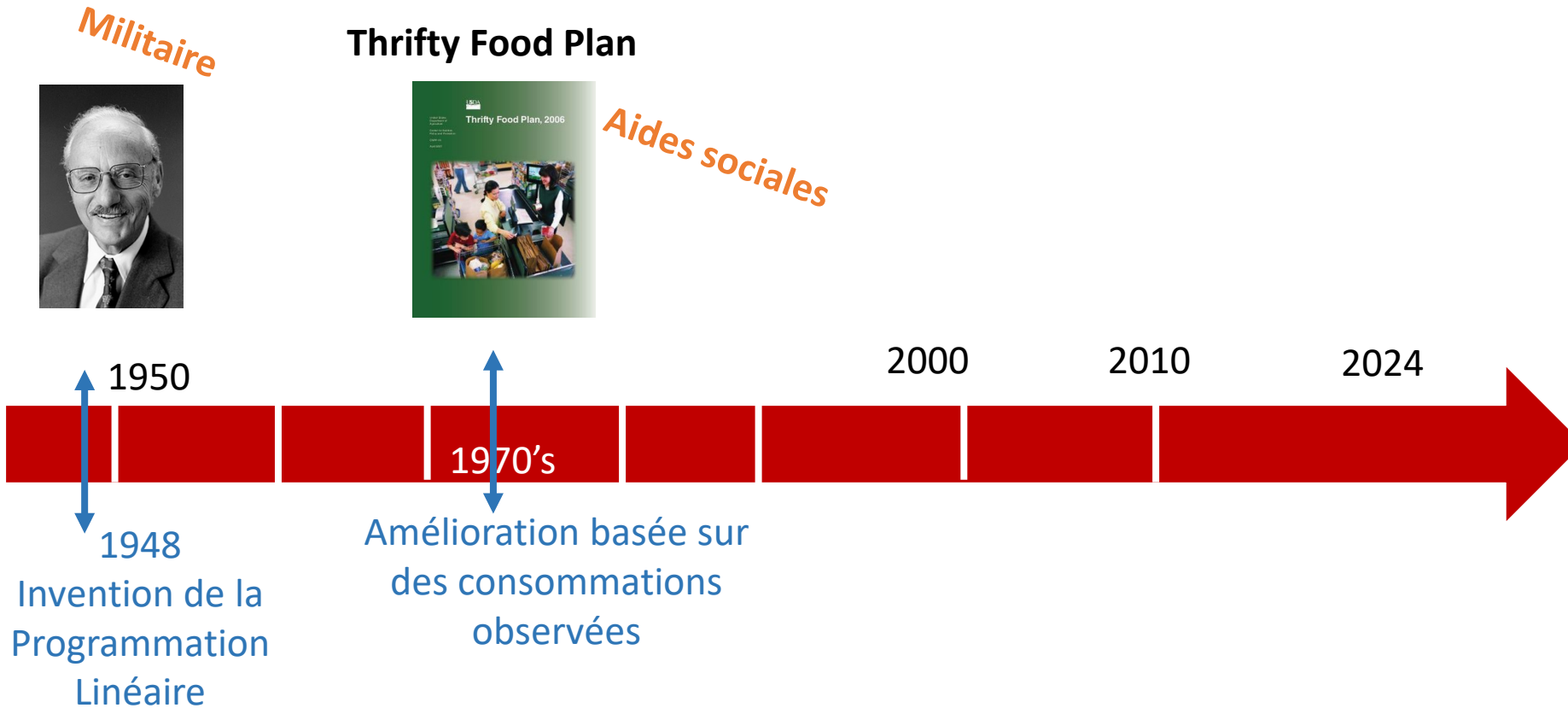
COMPATIBILITE ?

OUI





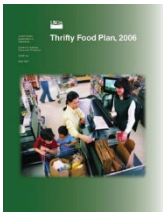
Evolution de la modélisation de diète en nutrition humaine



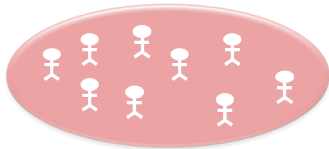


Minimisation de l'écart aux habitudes

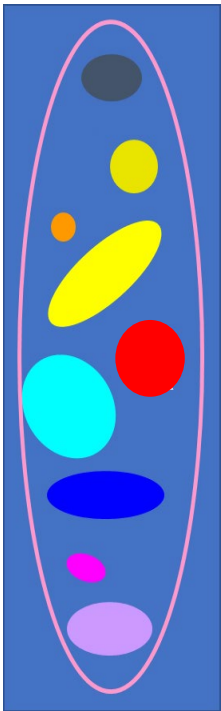
The Thrifty Food Plan developed by USDA



Utilisation d'une Enquête Nationale des consommations



- Items alimentaires construits à partir des aliments consommés
- Contraintes d'acceptabilité: Distribution des quantités consommées par item et par groupe d'aliments
- Patterns alimentaires existants



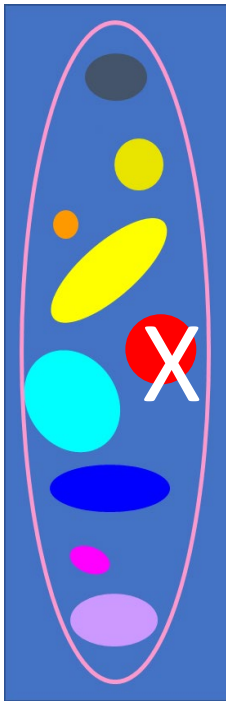
Diète OBSERVEE MOYENNE

Vitamine A	✓
Fibres	✗
Vitamine D	✗
Calcium	✓
EPA+DHA	✗

Variables
Items alimentaires

Contraintes
Iso Energie
Recommandations Nutritionnelles
Coût
Quantité maximale par item et par groupe d'aliments

Fonction objectif
Minimiser l'écart aux habitudes

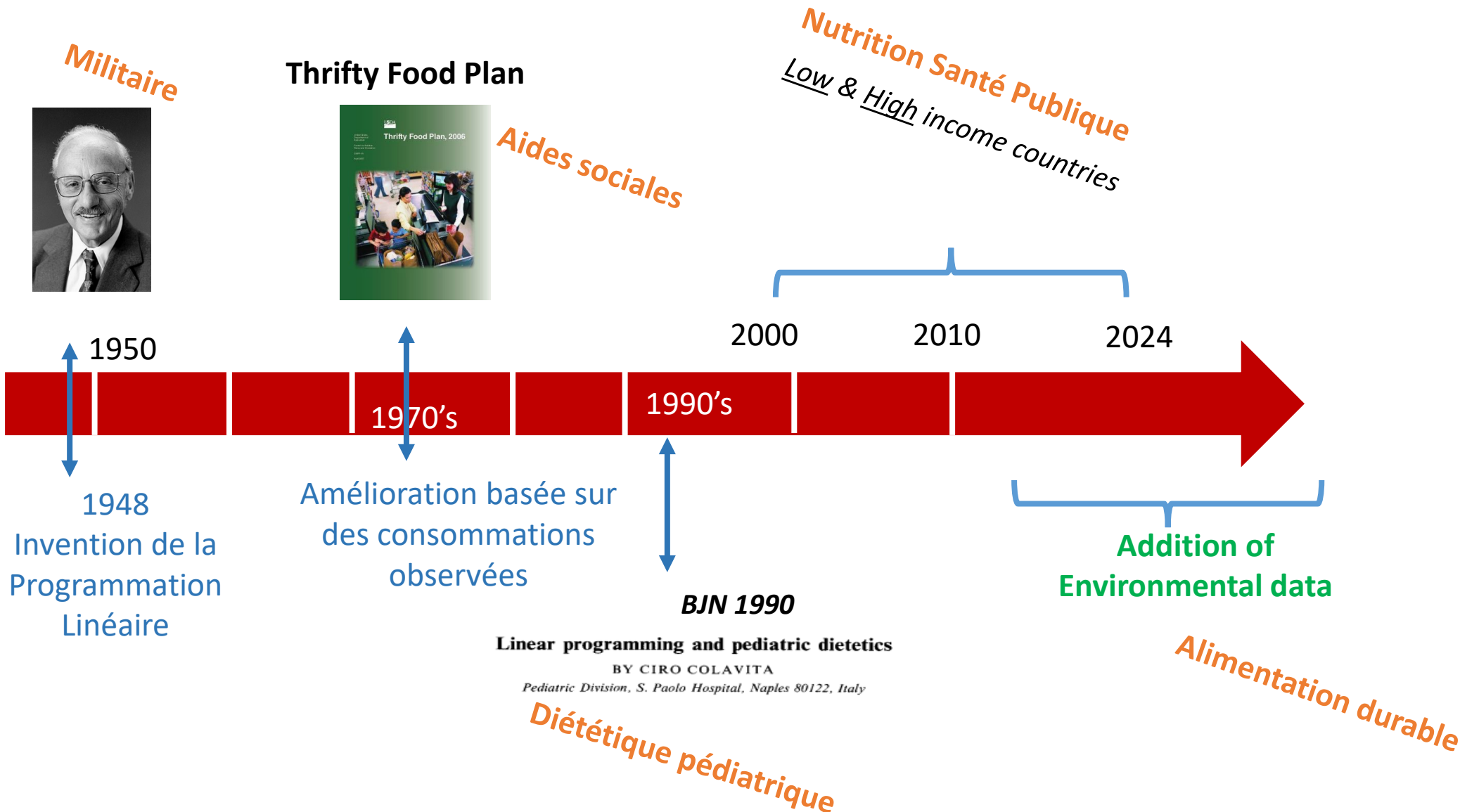


Diète OPTIMISEE

Vitamine A	✓
Fibres	✓
Vitamine D	✓
Calcium	✓
EPA+DHA	✓



Evolution de la modélisation de diète en nutrition humaine





Questions de recherche en Nutrition

- Est-ce possible d'atteindre l'ensemble des recommandations nutritionnelles avec les aliments locaux ? (pays à bas revenu)

Design of optimal food-based complementary feeding recommendations and identification of key "problem nutrients" using goal programming

- Quel est le coût minimal d'une alimentation nutritionnellement adéquate ?
- Quels sont les changements alimentaires?

Are the lowest-cost healthful food plans culturally and socially acceptable? **PHN 2006**

- Quelle réduction d'impact carbone est possible sans dégrader l'adéquation nutritionnelle?

How low can dietary greenhouse gas emissions be reduced without impairing nutritional adequacy, affordability and acceptability of the diet? A



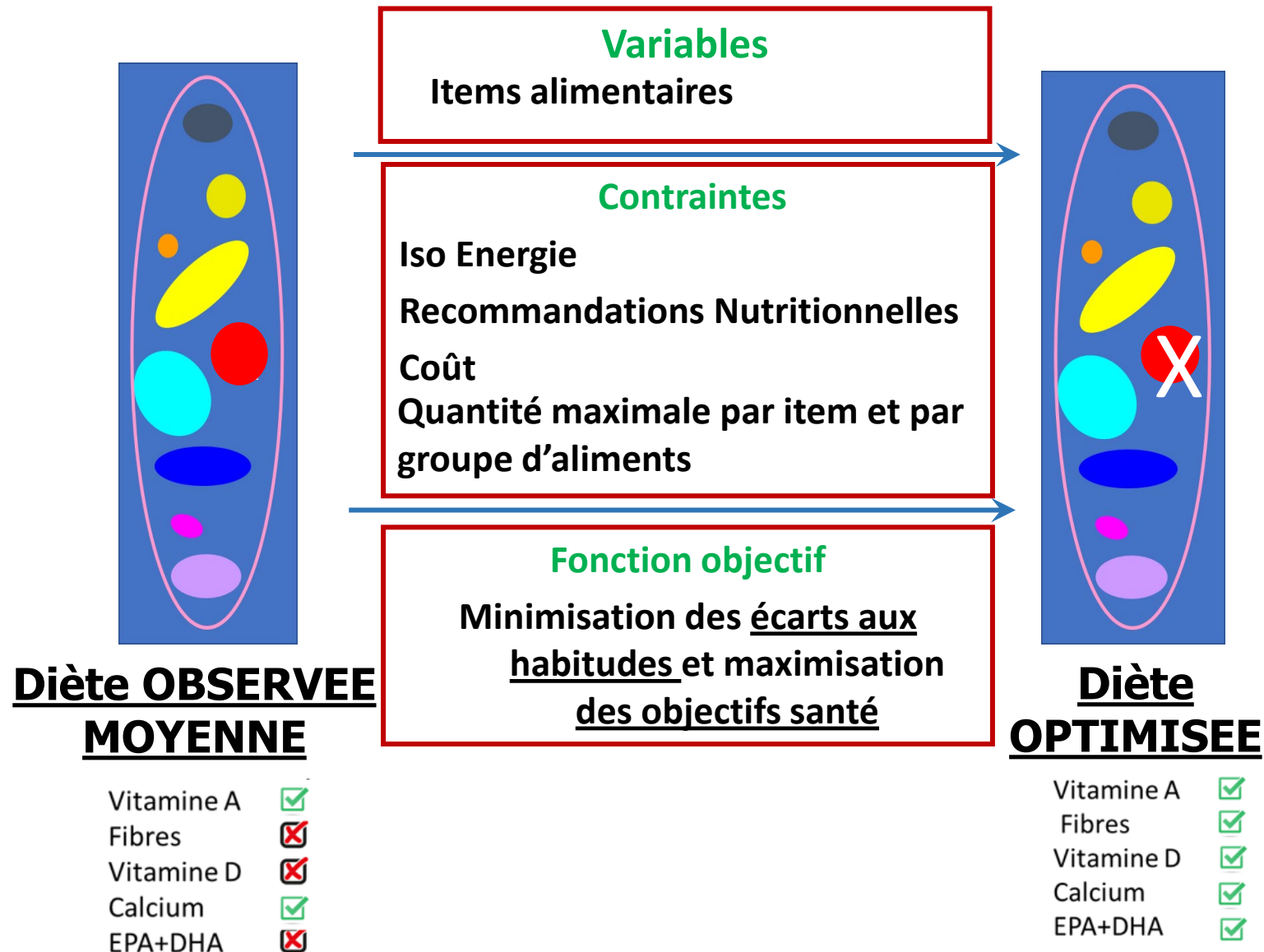
Principe de l'outil OPTI-SUISSE

menuCH

Nationale Ernährungserhebung
Enquête nationale sur l'alimentation
Sondaggio nazionale sull'alimentazione

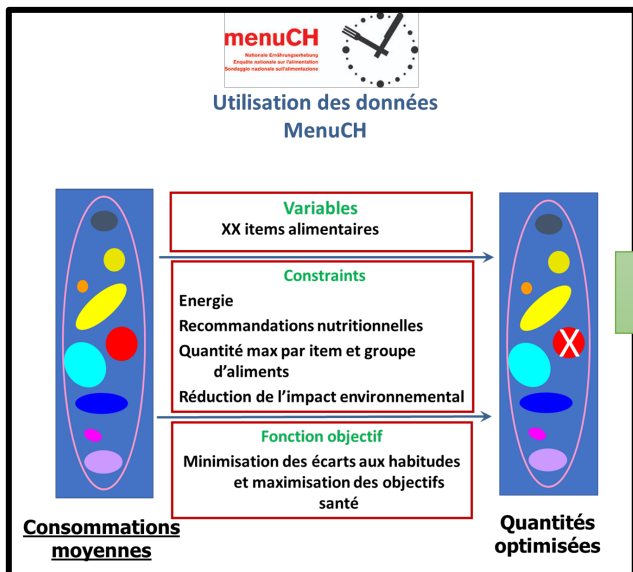


Utilisation des données
MenuCH





Interface graphique de l'outil OPTI-SUISSE



OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: optisuisse(dim_weight=c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))

Optimize **Modify**

Input databases

Database input
Nutritional and environmental food composition

Show 20 entries

Food_group	Food_group_code	Item	Item_code	Added_sugars	Alpha-linolenic_acid	Calcium	Carbohydrate	DHA	EPA	EPA_DHA	Energy_KJ	Energy_Kcal	Fat	Fibre	Folate	Iodide	Iron	Linoleic_acid
Beverage	700	Coffee	41	0	0	8	0.3	0	0	0	6	2	0	0.1	0	0.1	0	
Beverage	700	Fruit juices (100%)	43	11.35	0.08	5.87	11.78	0	0	0	212.68	50.13	0.1	0.24	15.14	0.95	0.25	
Beverage	700	Mineral water	38	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Beverage	700	Soft drinks	42	9.5	0	5	9.5	0	0	0	162	38	0	0	0	1.8	0.1	
Beverage	700	Tap water	39	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Beverage	700	Tea	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	
Cereals&starchyfood	400	Bread	18	0.3	0.08	29	44.6	0	0	0.01	1110	264	4.6	3.7	21.8	2.7	1.5	
Cereals&starchyfood	400	Crackers	19	12.8	0.07	39	74.6	0	0	0	1780	421	7.8	2.9	21.4	1.8	1.4	
Cereals&starchyfood	400	Flour	20	0	0	14	67.8	0	0	0	1450	343	1.4	4.7	19.8	1.1	1.9	

Tool developed by MS-Nutrition

Interface et optimisation générées avec du code



□ Introduction sur l'optimisation de diètes

Matthieu Maillot, PhD

□ Démonstration de l'outil OPTI-SUISSE

Florent Vieux, PhD



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight = c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

Tool developped by [MS-Nutritio](#)



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

3 possibilités pour
l'utilisateur

Tool developed by [MS-Nutritio](#)



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

Nutritional recommended values		
Show	20	entries Search:
Nutrient name	Unit	Nutrient recommended value
Energy_Kcal	kcal/d	1861
Fat	% TEI	20
Saturated_fatty_acids	% TEI	
Linoleic_acid	% TEI	4
Alpha-linolenic_acid	% TEI	0.5
EPA_DHA	g/d	0.25
Carbohydrate	% TEI	45
Sugars	% TEI	
Fibre	g/d	30
Protein	% TEI	10
Water	g/d	2500
Vitamin_A	µg/D	750

- Recommandations nutritionnelles
- Composition nutritionnelle & impact environnemental des items alimentaires
- Habitudes alimentaires
- Contraintes d'acceptabilité et de santé

1. Visualisation des données d'entrée

Tool developed by MS-Nutritio



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

2. Lancement du modèle d'optimisation avec paramétrage par défaut:

- Optimise à 100% les habitudes
- Impose le respect des recommandations nutritionnelles et le respect des fourchettes (min,max) d'acceptabilité et de santé
- Sans contrainte environnemental

Tool developped by [MS-Nutritio](#)



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

Parameters on:

Objective function

Food group acceptability

Item acceptability

Sub group health

Item Health

Nutrition

Environment

Reset all parameters

Objective function weights (%):

Acceptability:

100

Health:

0

Environment:

0

Reset

3. Modifie le paramétrage par défaut:

- Changement des poids sur les 3 dimensions de la fonction
- Modification des recommandations nutritionnelles et des fourchettes (min,max) d'acceptabilité et de santé
- Modification des objectifs de réduction d'impact environnemental

Tool developed by [MS-Nutritio](#)



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

2. Lancement du modèle d'optimisation avec paramétrage par défaut:

- Optimise à 100% les habitudes
- Impose le respect des recommandations nutritionnelles et le respect des fourchettes (min,max) d'acceptabilité et de santé
- Sans contrainte environnemental

Tool developped by [MS-Nutritio](#)



DATA

RESULTS

Total
intakes

Contributions

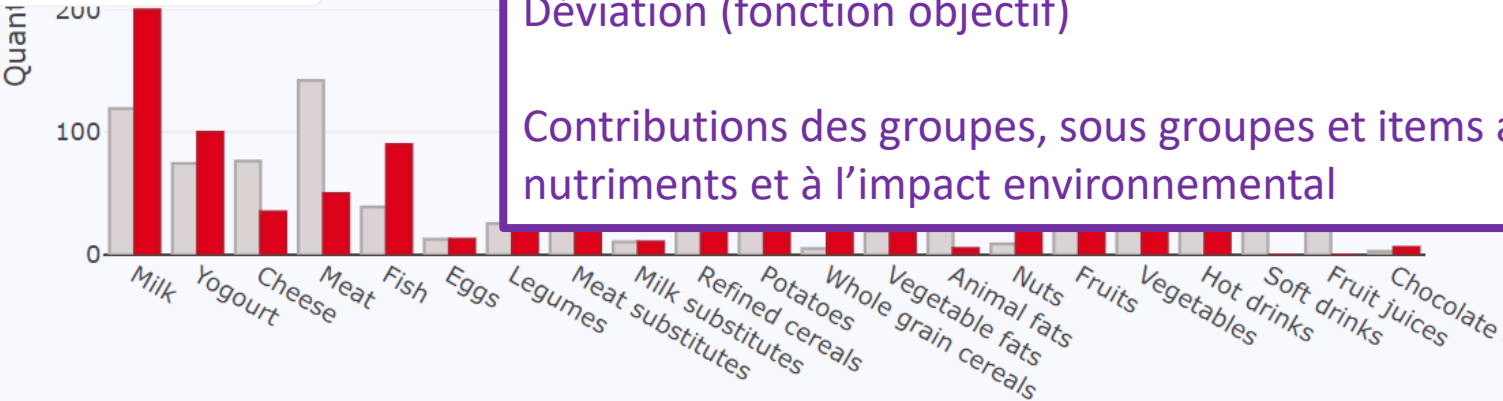
Save
&
Download

Results of the Last optimization model

Select an output

Subgroup quantities

- Item quantities
- Food group quantities
- Subgroup quantities ✓
- Nutrient intake with minimal NRV
- Nutrient intake with security limit
- Environmental impact
- Acceptability - Health - Environment deviations



Quantités totales par
Item
Groupe et sous groupe

Teneurs en nutriments

Impact environnemental

Déviations (fonction objectif)

Contributions des groupes, sous groupes et items aux
nutriments et à l'impact environnemental



Total
intakes

Contributions

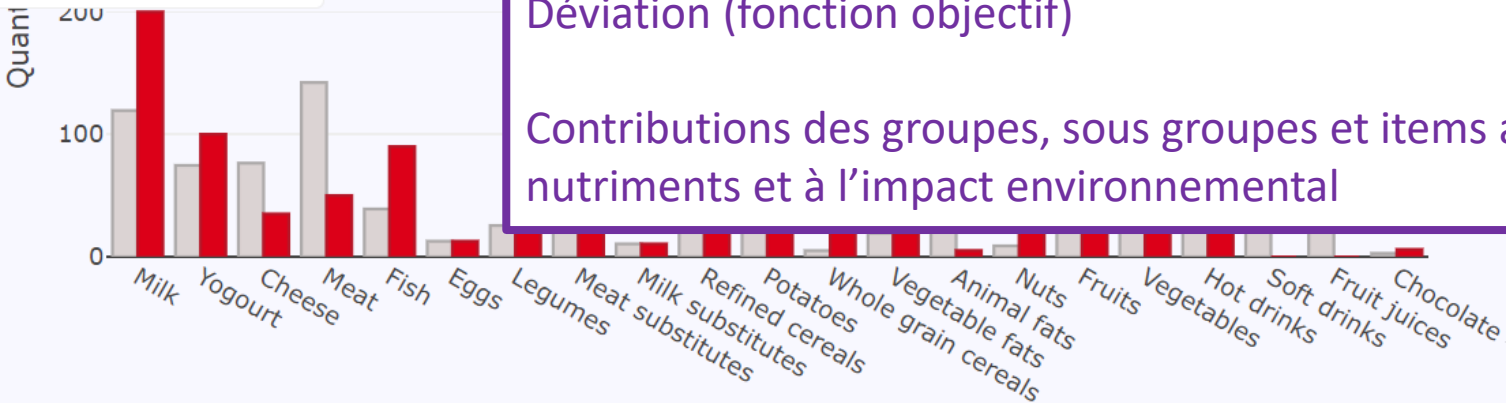
Save
&
Download

Results of the Last optimization model

Select an output

Subgroup quantities

- Item quantities
- Food group quantities
- Subgroup quantities ✓
- Nutrient intake with minimal NRV
- Nutrient intake with security limit
- Environmental impact
- Acceptability - Health - Environment deviations



Quantités totales par
Item
Groupe et **sous groupe**

Teneurs en nutriments

Impact environnemental

Déviati on (fonction objectif)

Contributions des groupes, sous groupes et items aux
nutriments et à l'impact environnemental



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

RESULTS

Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

Results of the Last optimization model

Select an output

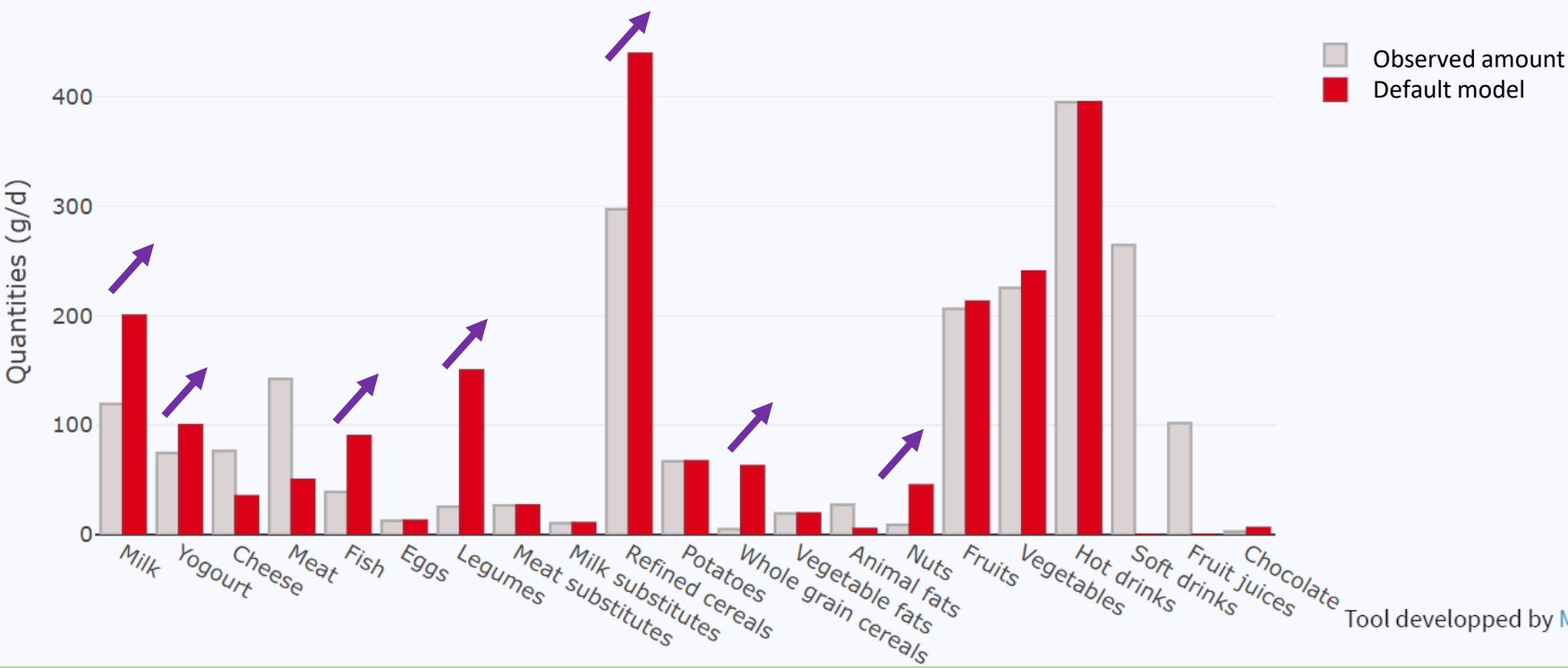
Subgroup quantities

Subgroup to remove
from the graph

Water



Lait, yaourt, poisson, légumineuses,
céréales complètes et raffinées, noix





Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

RESULTS

Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

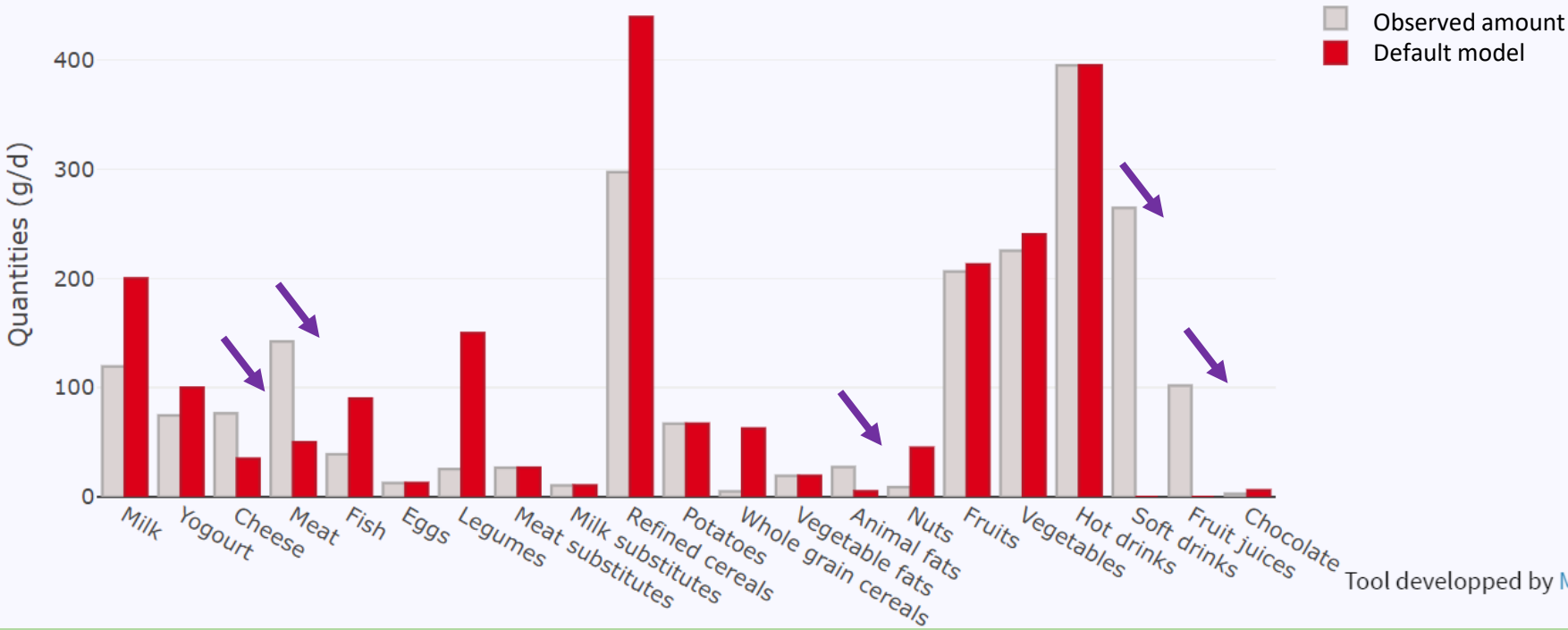
Results of the Last optimization model

Select an output

Subgroup quantities

Subgroup to remove
from the graph

Water

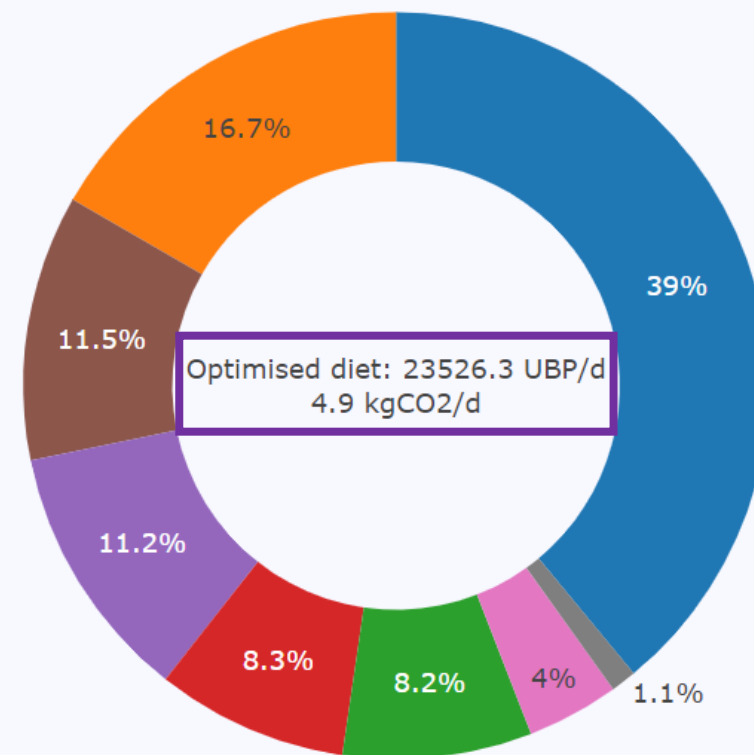
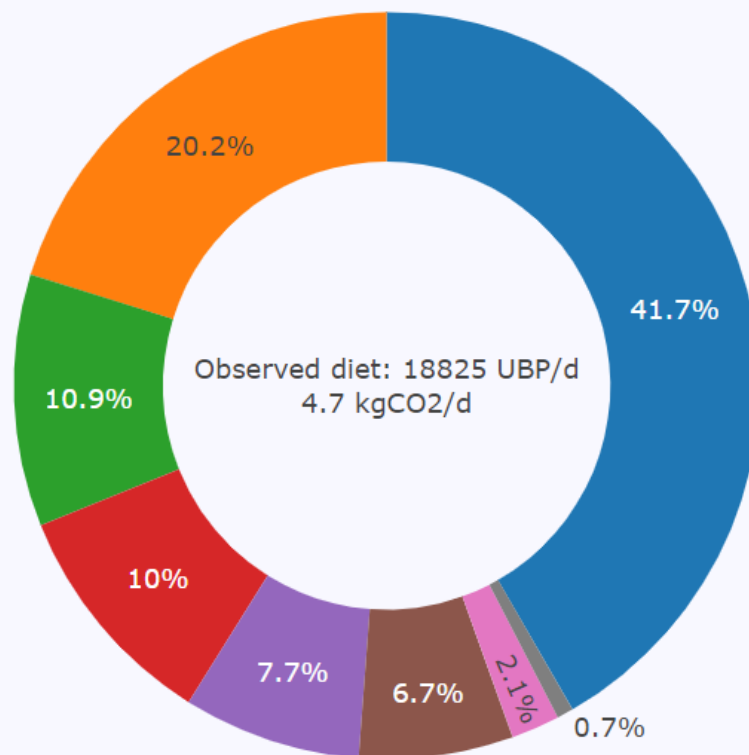




Opti-Suisse – Démonstration

Environmental impact ▼

Augmentation de l'impact environnemental



L'impact environnemental augmente

→ Nouveaux modèles en imposant que

- 1) l'impact environnemental n'augmente pas puis
- 2) en imposant une réduction de 15%



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight=c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

3. Modifie le paramétrage par défaut:

- Changement des poids sur les 3 dimensions de la fonction
- Modification des recommandations nutritionnelles et des fourchettes (min,max) d'acceptabilité et de santé
- Modification des objectifs de réduction d'impact environnemental

Tool developed by [MS-Nutritio](#)



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight = c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

3. Modifie le paramétrage par défaut:

- Changement des poids sur les 3 dimensions de la fonction
- Modification des recommandations nutritionnelles et des fourchettes (min,max) d'acceptabilité et de santé
- Modification des objectifs de réduction d'impact environnemental

Tool developed by [MS-Nutritio](#)



OPTISUISSE

DATA

PARAMETERS

RESULTS

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0),env_reduction =0)`

Optimize

Parameters on:

Objective function

Food group acceptability

Item acceptability

Sub group health

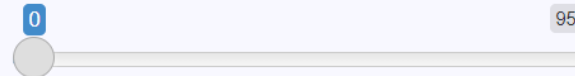
Item Health

Nutrition

Environment

☒ Apply an environmental impact constraint

Reduction of the environmental impact (%)



Observed environmental impact: 18825

Target maximal environmental impact: 18825

L'impact ne doit pas augmenter par rapport à l'observé

 Reset all parameters

Tool developped by [MS-Nutrition](#)



OPTISUISSE

DATA

PARAMETERS

RESULTS

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0),env_reduction =0)`

Optimize

Parameters on:

Objective function

Food group acceptability

Item acceptability

Sub group health

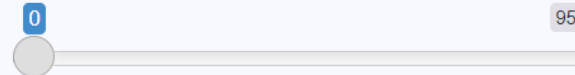
Item Health

Nutrition

Environment

☒ Apply an environmental impact constraint

Reduction of the environmental impact (%)



Observed environmental impact: 18825

Target maximal environmental impact: 18825

 Reset all parameters

Tool developped by [MS-Nutrition](#)



Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

Comparison

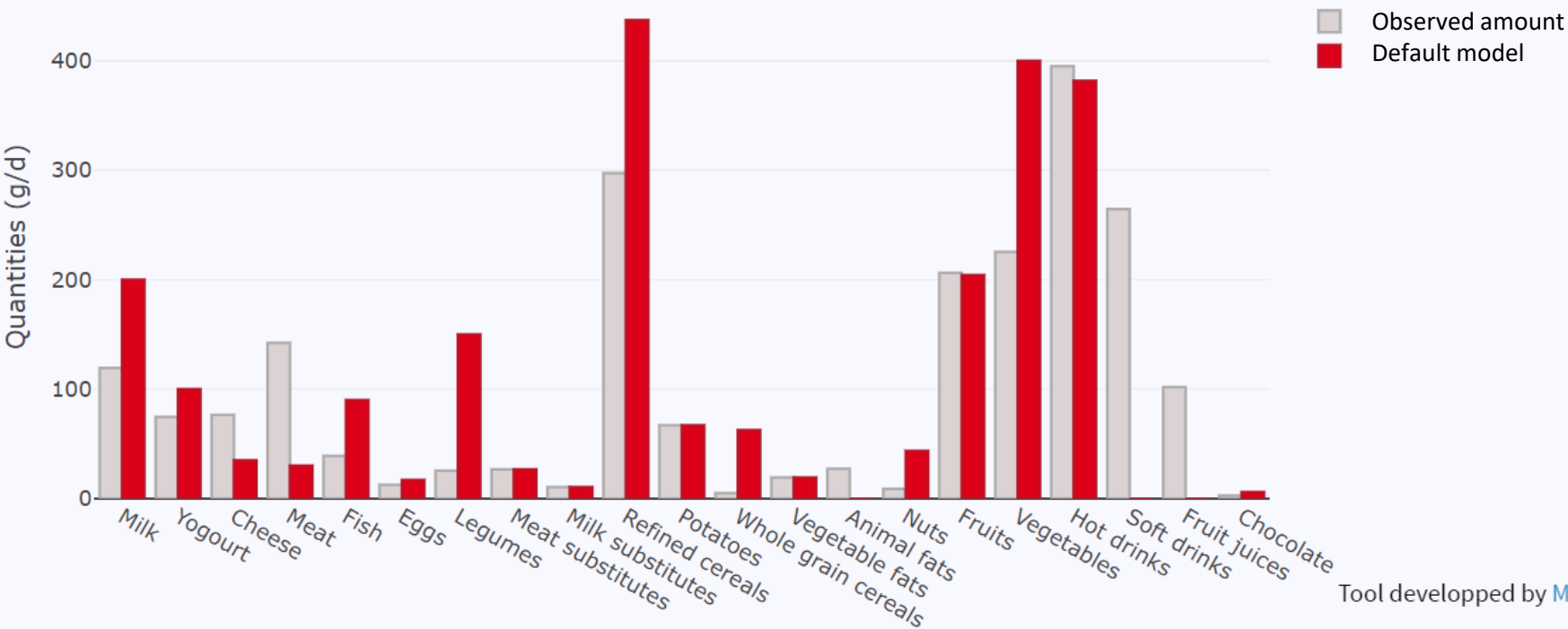
Results of the no_inc model

Select an output

Subgroup quantities

Subgroup to remove
from the graph

Water





OPTISUISSE

DATA PARAMETERS RESULTS

Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

Comparison

Results of the no_inc model

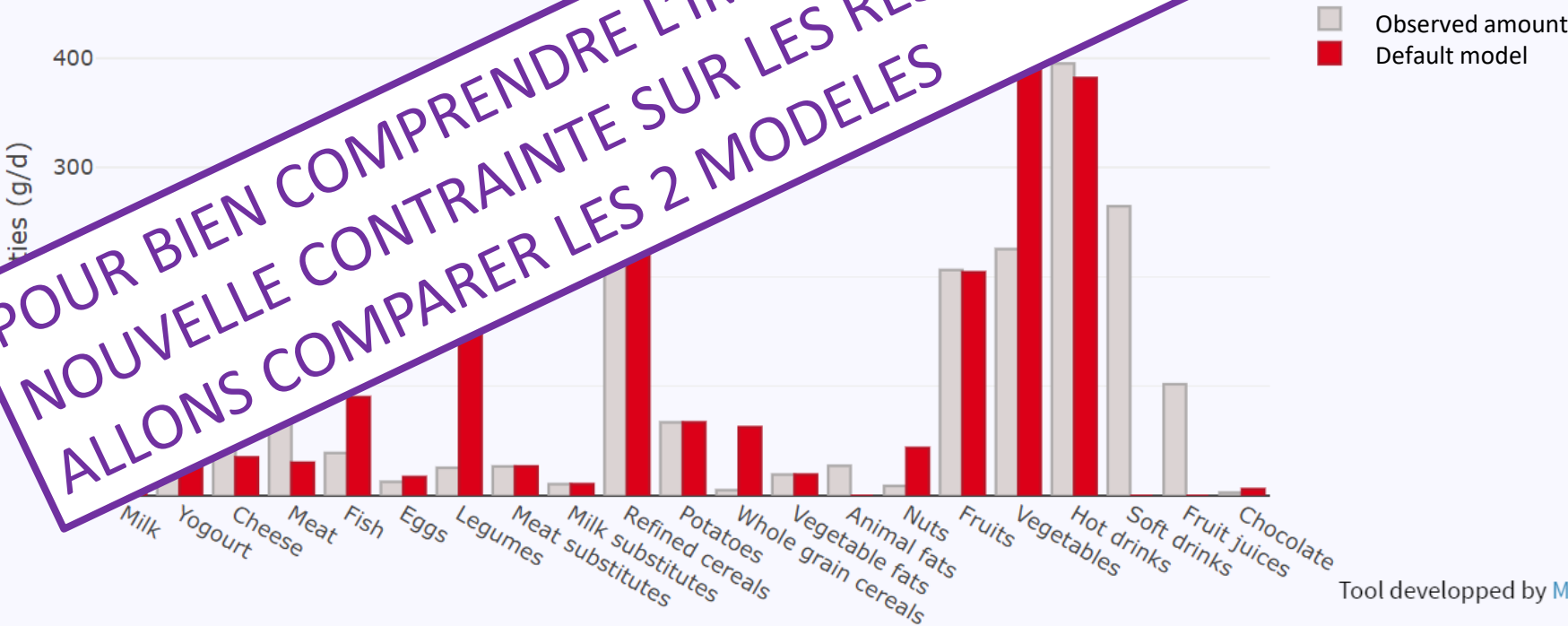


Select an output

Subgroup quantities

Subgroup to remove
from the graph

Water





Opti-Suisse – Démonstration

Impact, sur les produits et co-produits animaux, d'une contrainte visant à contrôler l'impact environnemental

OPTISUISSE

DATA PARAMETERS RESULTS

Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

Comparison

Select models (max 5)

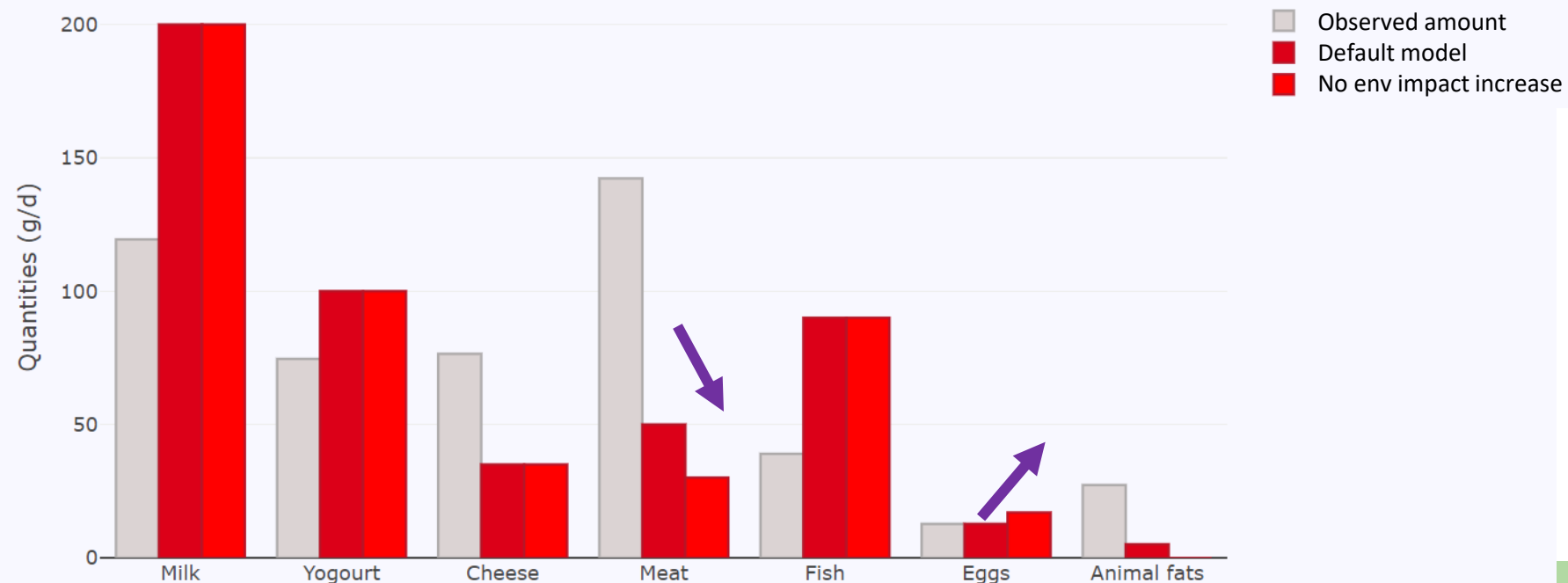
def, no_inc

Select an output

Subgroup quantitie: ▼

Subgroup to remove
from the graph

Water, Hot drinks, Si ▲



Tool developed by MS-Nutritio



Opti-Suisse – Démonstration

Impact, sur les produits végétaux d'une contrainte de plus en plus forte sur l'impact environnemental

OPTISUISSE

DATA

PARAMETERS

RESULTS

Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

Comparison

Select models (max 5)

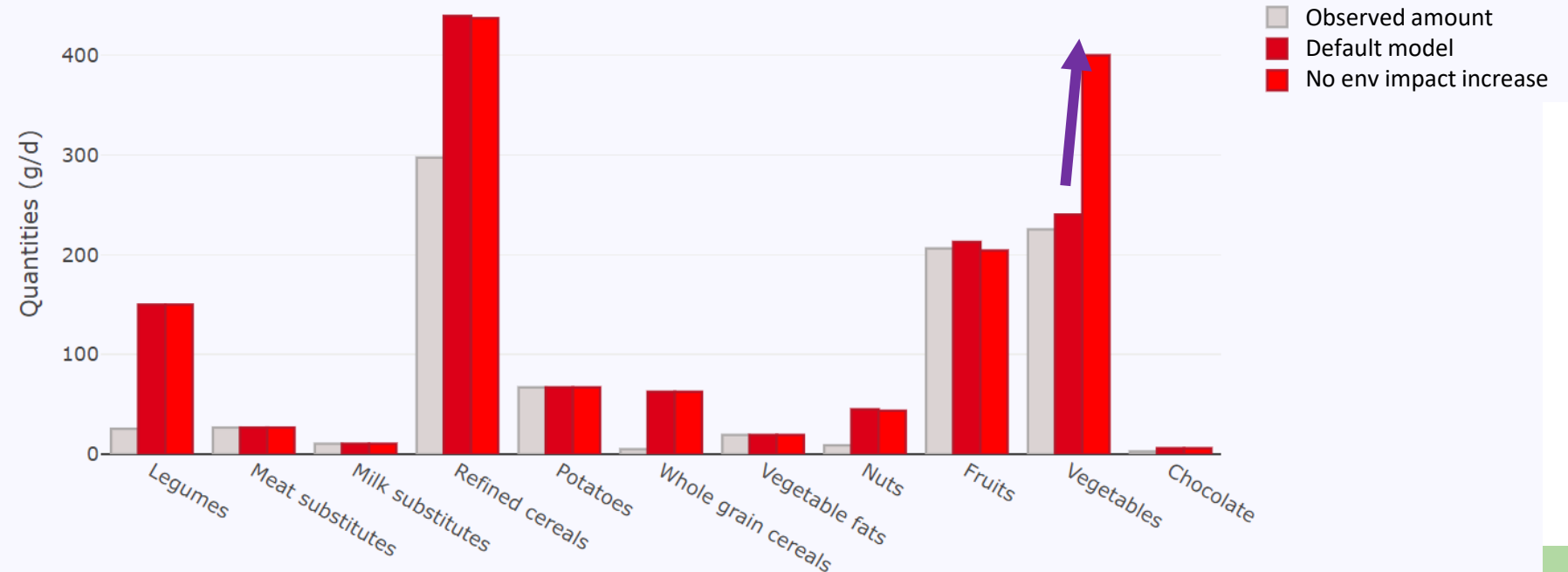
def, no_inc

Select an output

Subgroup quantities

Subgroup to remove
from the graph

Water, Hot drinks, S





Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

PARAMETERS

RESULTS

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0),env_reduction =15)`

Optimize

Parameters on:

Objective function

Food group acceptability

Item acceptability

Sub group health

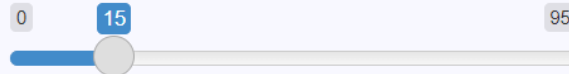
Item Health

Nutrition

Environment

☒ Apply an environmental impact constraint

Reduction of the environmental impact (%)



Observed environmental impact: 18825

Target maximal environmental impact: 16001.3

L'impact doit réduire d'au moins 15%

Reset all parameters

Tool developed by [MS-Nutritio](#)



Opti-Suisse – Démonstration

Impact, sur les produits et co-produits animaux d'une contrainte de plus en plus forte sur l'impact environnemental

OPTISUISSE

DATA

PARAMETERS

RESULTS

Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

Comparison

Select models (max 5)

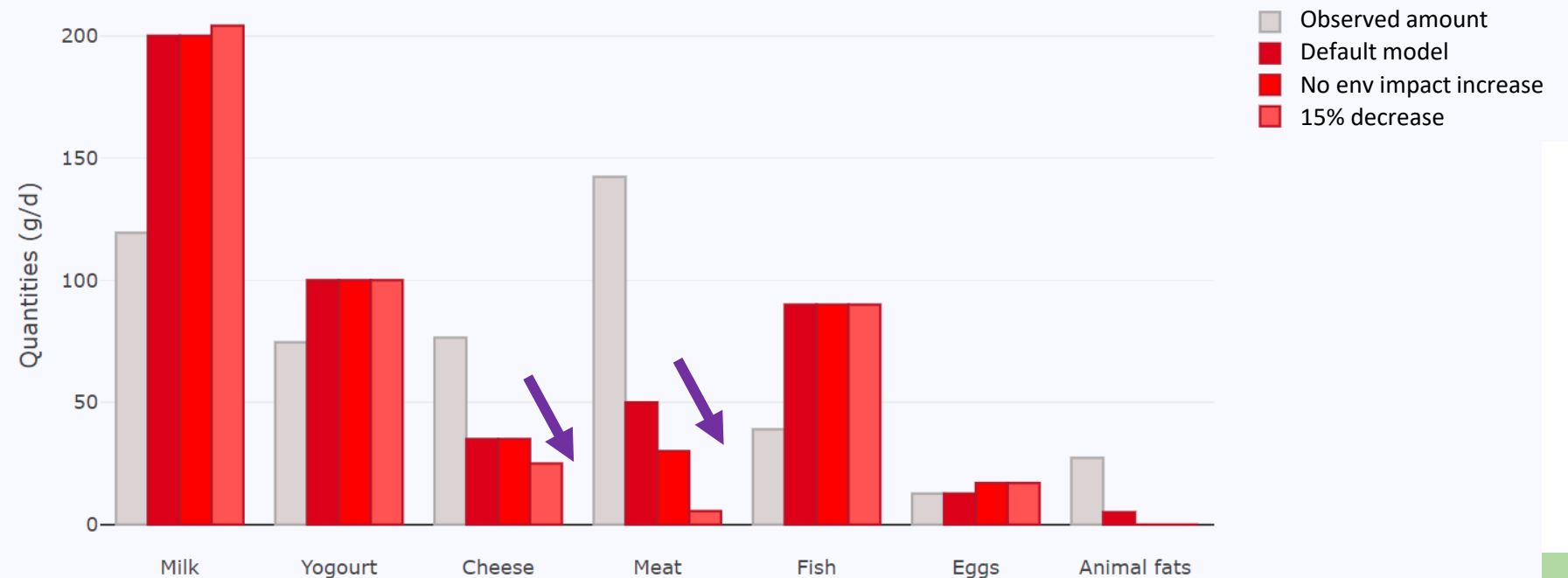
def, no_inc, quinze

Select an output

Subgroup quantities

Subgroup to remove
from the graph

Water, Hot drinks, S





Opti-Suisse – Démonstration

Impact, sur les produits et co-produits animaux d'une contrainte de plus en plus forte sur l'impact environnemental

OPTISUISSE

DATA

PARAMETERS

RESULTS

Total intakes

Contributions

Save & Download

Comparison

Select models (max 5)

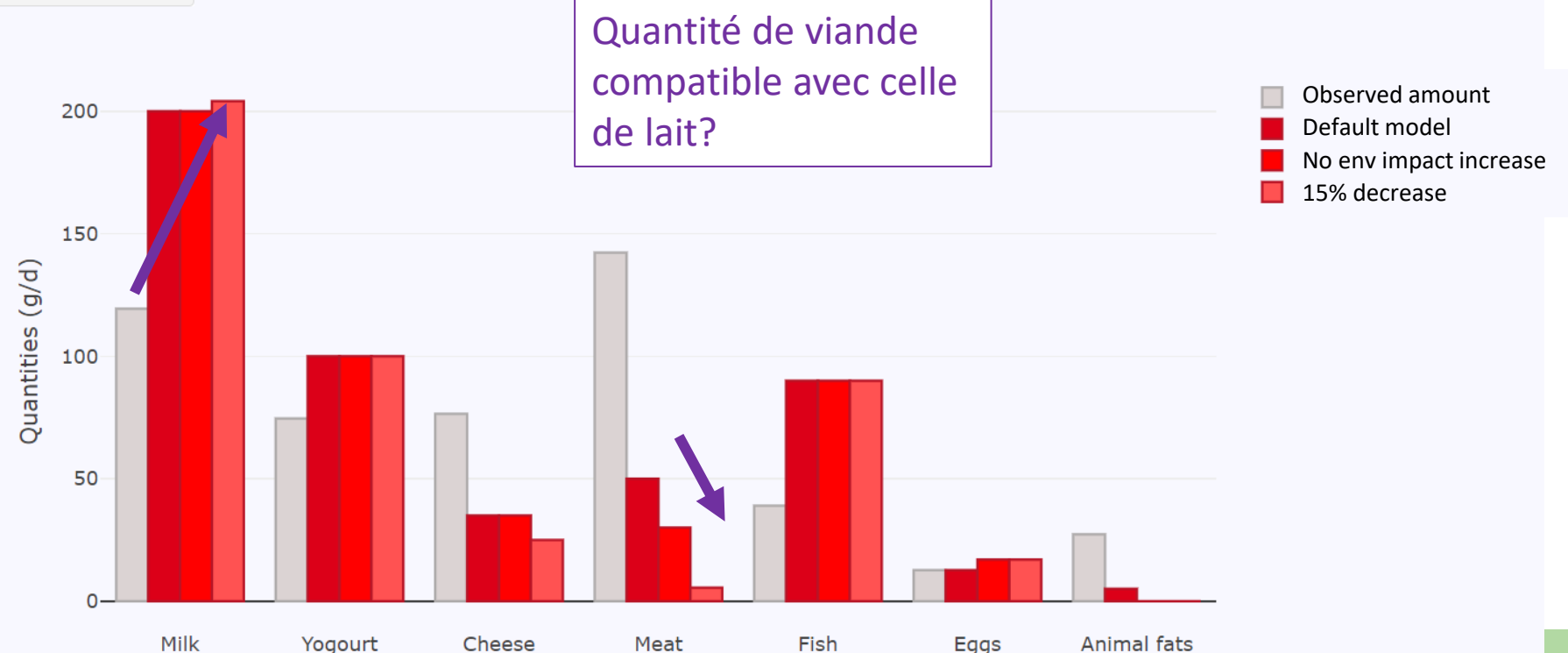
def, no_inc, quinze

Select an output

Subgroup quantities

Subgroup to remove from the graph

Water, Hot drinks, S





Opti-Suisse – Démonstration

Impact, sur les produits végétaux d'une contrainte de plus en plus forte sur l'impact environnemental

OPTISUISSE

DATA PARAMETERS RESULTS

Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

Comparison

Select models (max 5)

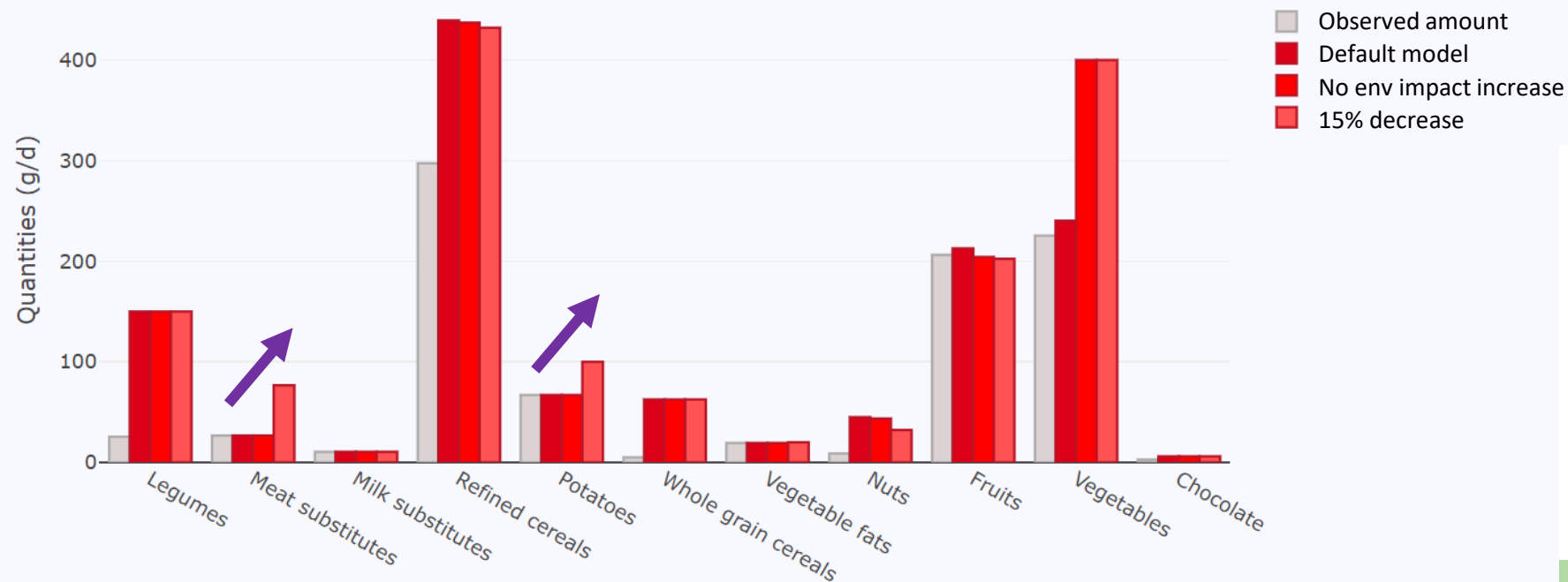
def, no_inc, quinze

Select an output

Subgroup quantitie: ▾

Subgroup to remove
from the graph

Water, Hot drinks, S... ▲





Opti-Suisse – Démonstration

Impact, sur les produits végétaux d'une contrainte de plus en plus forte sur l'impact environnemental

OPTISUISSE

DATA PARAMETERS RESULTS

Total
intakes

Contributions

Save
&
Download

Comparison

Select models (max 5)

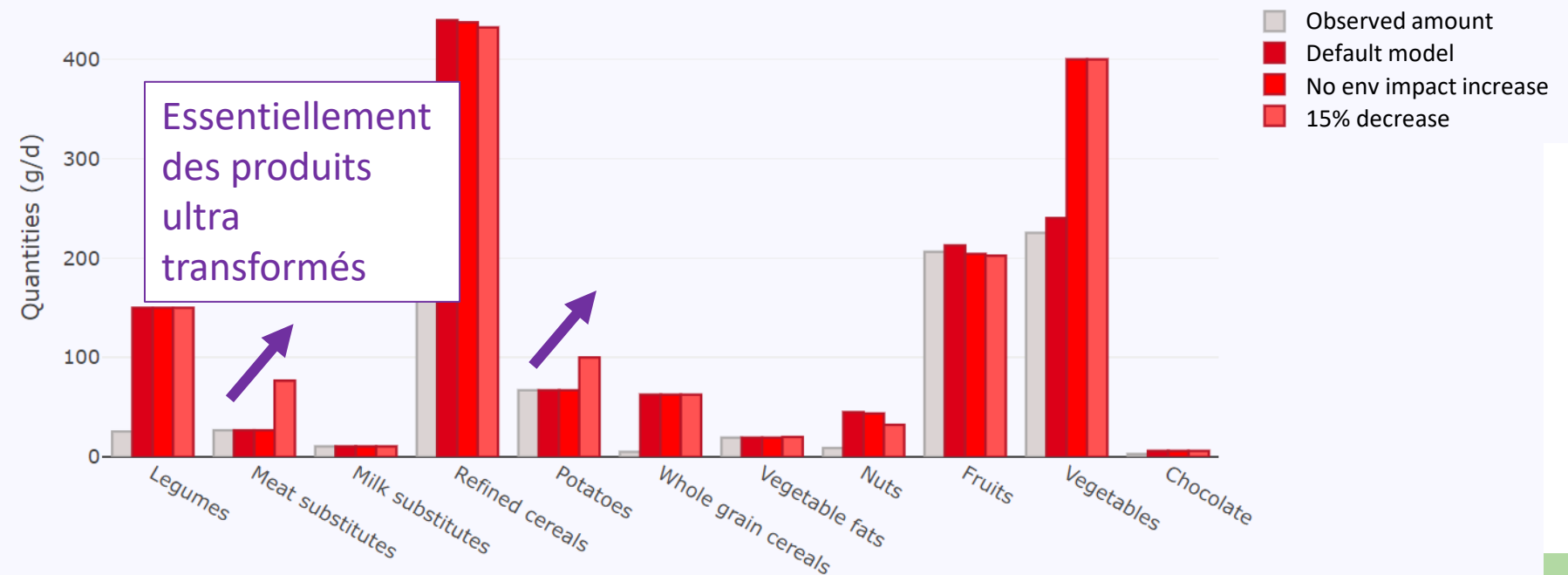
def, no_inc, quinze

Select an output

Subgroup quantity: ▾

Subgroup to remove
from the graph

Water, Hot drinks, S... ▲





Opti-Suisse – Démonstration

Impact, sur les produits végétaux d'une contrainte de plus en plus forte sur l'impact environnemental

OPTISUISSE

DATA

PARAMETERS

RESULTS

Total
intakes

Select models (max 5)

def, no_inc, quinze

Contributions

Select an output

Il est nécessaire de questionner les résultats:

- > Relation lait viande?
- > Quantités d'aliments ultra-transformés?
- > phytates?
- > Coût?
- > Optimal en terme de santé?
- > Nécessité à rester le plus proche possible?

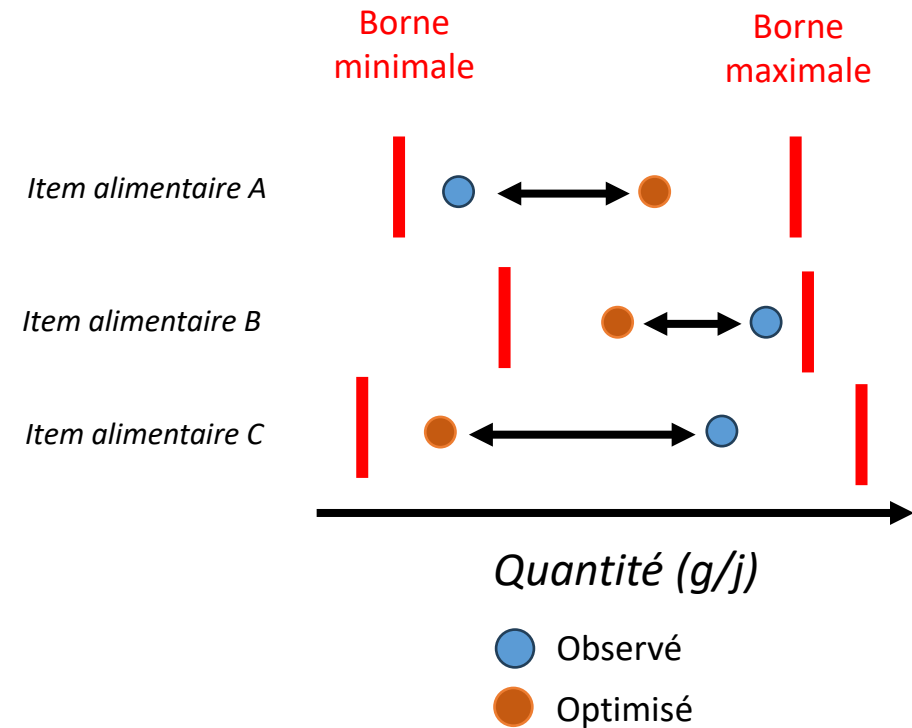




Opti-Suisse – Démonstration

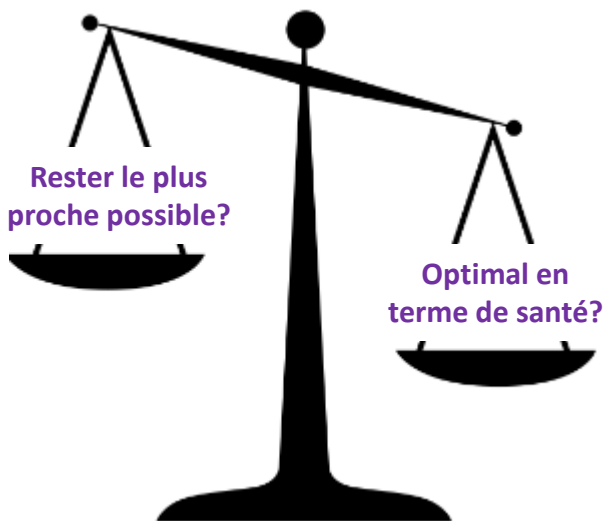


Jusqu'à présent la priorité était de rester le plus proche possible des consommations observées



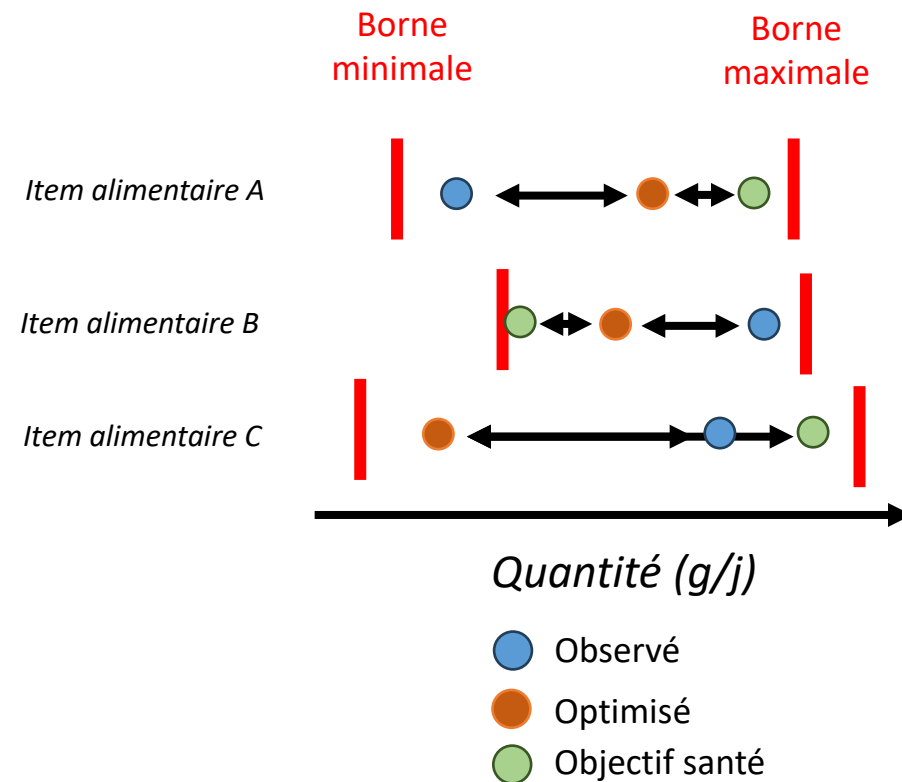


Opti-Suisse – Démonstration



Jusqu'à présent la priorité était de rester le plus proche possible des consommations observées

Volonté de donner plus de poids aux relations consommation de certains groupes alimentaire/santé





Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATA

Optisuisse model: `optisuisse(dim_weight=c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))`

Optimize

Modify

Input databases

+

3. Modifie le paramétrage par défaut:

- Changement des poids sur les 3 dimensions de la fonction
- Modification des recommandations nutritionnelles et des fourchettes (min,max) d'acceptabilité et de santé
- Modification des objectifs de réduction d'impact environnemental

Tool developed by [MS-Nutritio](#)



Opti-Suisse – Démonstration

OPTISUISSE

DATAPARAMETERS

Optisuisse model: optisuisse(dim_weight =c(ACC=100, HEALTH=0, ENV=0))

Optimize

Parameters on:

Objective functionFood group acceptabilityItem acceptabilitySub group healthItem HealthNutritionEnvironment

Reset all parameters

Objective function weights (%):

Acceptability:

100

Health:

0

Environment:

0

Reset



OPTISUISSE

DATAPARAMETERS

Optisuisse model: optisuisse(dim_weight =c(ACC=20, HEALTH=80, ENV=0))

Optimize

Parameters on:

Objective functionFood group acceptabilityItem acceptabilitySub group healthItem HealthNutritionEnvironment

Reset all parameters

Objective function weights (%):

Acceptability:

20

Health:

80

Environment:

0

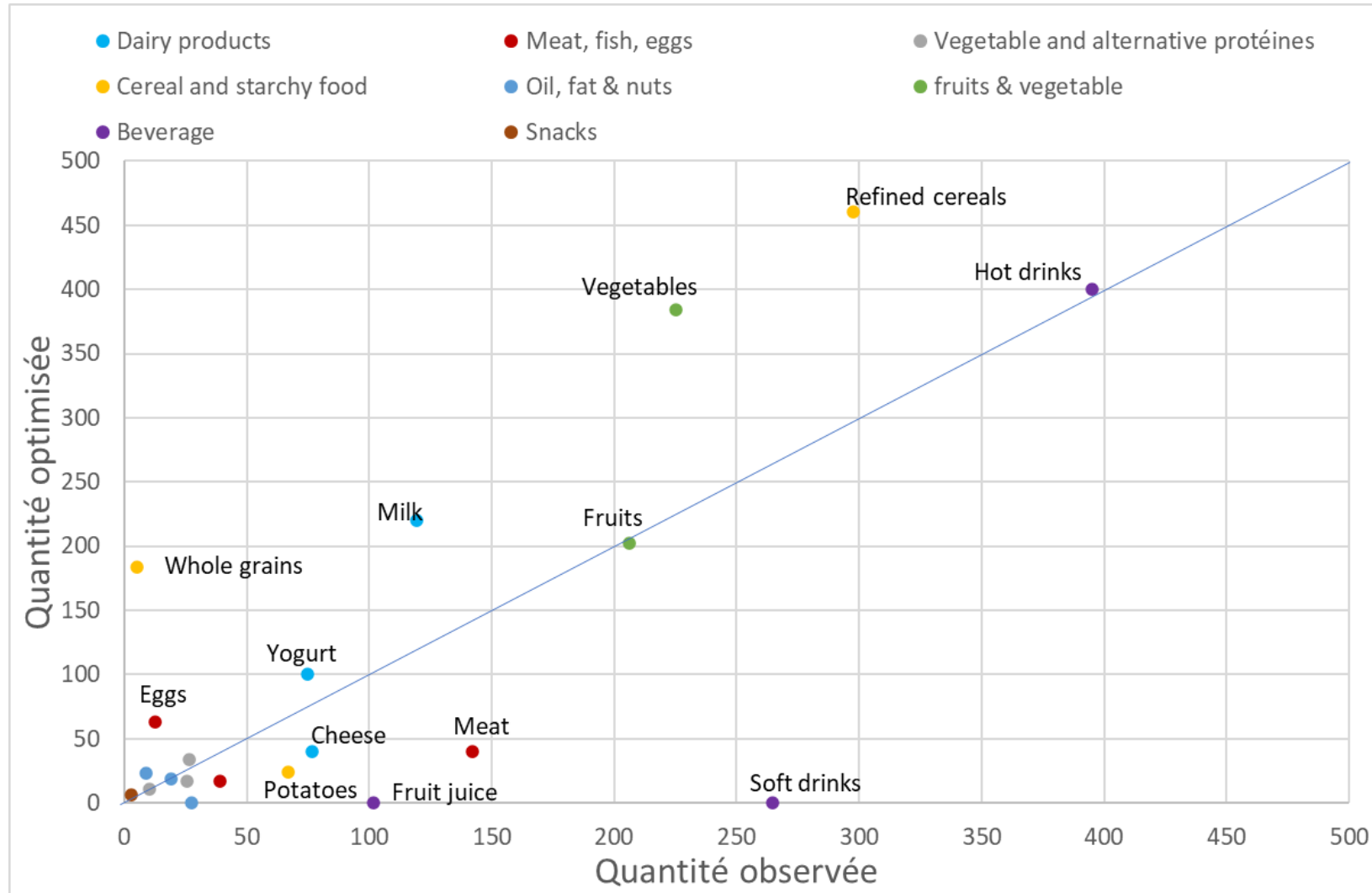
Reset

+ Modifications d'autres paramètres comme:

- Réduction de 25% de l'impact environnemental
- modification de certaines quantités minimales et maximales autorisées (substituts végétaux...)



Opti-Suisse – Démonstration

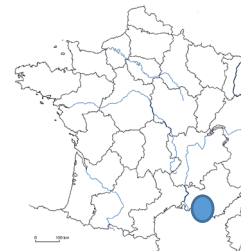




Conclusion

- **Approche puissante capable de prendre en compte la complexité de l'alimentation** (qualité nutritionnelle, réduction d'impact environnemental, coût de l'alimentation, exposition aux toxiques...) ...**néanmoins**, il ne s'agit pas d'un outil magique, **il est nécessaire de questionner les résultats** et modifier les paramètres
- **Développement de Web-App similaires à Opti-Suisse dans différents pays européens pour aide au développement des politiques de santé publique nationales**

Merci pour votre attention



Marseille



Thanks for your attention

