

## La diversité génétique du riz cultivé dans le Sud-Est asiatique

Dao The Tuan, Luu Ngoc Trinh, Le Thi Chau Dung

Dans les discussions sur l'agriculture durable et la conservation de la biodiversité, on parle beaucoup de « biodiversité spécifique » ou de « biodiversité variétale » mais, pour l'agriculture, la biodiversité génétique est la plus importante car la durabilité des écosystèmes agricoles dépend surtout de ce facteur. Dans ce contexte, nous avons entrepris une étude sur ce problème chez le riz, une des principales cultures du Sud-Est asiatique et originaire de cette région, afin de contribuer à la stratégie de conservation et de restitution de la biodiversité qui s'est érodée avec l'intensification de l'agriculture.

Dans les études classiques sur l'origine des plantes cultivées, [1] on a défini les centres d'origine et les centres de diversification des cultures. Pour le riz, la discussion sur ces centres n'est pas encore terminée. Certains botanistes [2] considèrent que le centre d'origine du riz cultivé est situé dans la région montagneuse de l'Asie du sud-est, entre l'Inde et la Chine. Sur la base du polymorphisme enzymatique, on a déterminé que cette région est aussi un centre de diversification pour le riz cultivé [3]. D'autres études sur la diversité enzymatique des variétés de riz d'Asie et du Yunnan ont été effectuées [4, 5].

Pour étudier la diversité génétique des variétés de riz traditionnelles du Vietnam, nous avons choisi plus de mille variétés des diverses régions du pays et des régions voisines (sud de la Chine, nord de la Thaïlande, nord du Laos). Ces variétés ont été analysées par électrophorèse sur gel d'amidon pour obtenir des zymogrammes de dix-neuf locus de différents enzymes permettant de déterminer les génotypes enzymatiques de chaque variété [4].

Pour identifier la diversité génétique des variétés des différentes régions, nous avons analysé l'indice de diversité [6]. Si on élimine les locus qui n'ont pas une grande diversité, l'indice de diversité s'accroît. En éliminant les variétés ayant les mêmes génotypes, le coefficient de diversité ne change guère et

l'ordre de grandeur reste le même (tableau 1). Les indices de diversité ont montré que les régions montagneuses du Nord Laos, Nord Vietnam, Nord Thaïlande et hauts plateaux du Sud Vietnam ont des indices de diversité supérieurs à ceux des plaines. Cette situation s'explique par la complexité écologique plus grande dans les régions montagneuses par rapport aux plaines.

Si nous comparons nos résultats à ceux de l'analyse faite sur les variétés traditionnelles de la province Yunnan [5], nous constatons que nos échantillons ont une diversité plus grande que celle de cette province chinoise voisine (tableau 2).

A partir des fréquences des allèles dans les locus de différentes régions nous avons calculé les distances génétiques [6], ce qui

Tableau 1

### Indice de diversité des variétés de riz des différentes régions de l'Asie du sud est

| Régions                         | 19 locus     | 13 locus     | Répétition exclue |
|---------------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Nord du Laos                    | 0,292        | 0,410        | 0,297             |
| Montagnes du Nord Vietnam       | 0,263        | 0,379        | 0,271             |
| Nord de la Thaïlande            | 0,243        | 0,346        | 0,288             |
| Haut-plateaux du Sud Vietnam    | 0,231        | 0,312        | 0,243             |
| Plaines côtières du Sud Vietnam | 0,208        | 0,296        | 0,213             |
| Sud de la Chine                 | 0,207        | 0,297        | 0,246             |
| Plaines du Nord Vietnam         | 0,200        | 0,287        | 0,237             |
| Plaine du Mékong                | 0,176        | 0,245        | 0,206             |
| Plaines du Cambodge             | 0,085        | 0,264        | 0,187             |
| <b>Total</b>                    | <b>0,253</b> | <b>0,360</b> | <b>0,275</b>      |

Diversity index of rice varieties from the different regions of South East Asia.

Dao The Tuan, Luu Ngoc Trinh, Le Thi Chau Dung : Institut national des Sciences agronomiques, Hanoi, Vietnam

Tirés à part : Dao The Tuan

Cahiers Agricultures 1997 ; 6 : 531-4  
Agriculture et développement 1997 ; 15 : 213-6

nous a permis de construire un dendrogramme représentant la parenté génétique entre les groupes de variétés des différentes régions (figure 1).

Les variétés de riz peuvent être rassemblées en trois groupes géographiques : groupe du Sud Vietnam, groupe du Nord Vietnam et groupe du Laos, de la Thaïlande et du Cambodge. Ces groupes géographiques illustrent bien les liaisons historiques et culturelles passées des régions de la péninsule indochinoise.

**Tableau 2**

**Indices de diversité calculés à partir de cinq locus communs aux échantillons de Yunnan et à ceux de la présente étude**

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| Nord du Yunnan                  | 0,024        |
| Centre du Yunnan                | 0,219        |
| Sud du Yunnan                   | 0,250        |
| Nord du Laos                    | 0,383        |
| Hauts plateaux du Sud Vietnam   | 0,276        |
| Sud de la Chine                 | 0,268        |
| Plaines du Nord Vietnam         | 0,259        |
| Nord de la Thaïlande            | 0,256        |
| Plaines côtières du Sud Vietnam | 0,254        |
| Plaine du Mékong                | 0,228        |
| Plaine du Cambodge              | 0,194        |
| <b>Total des échantillons</b>   | <b>0,317</b> |

Diversity indexes calculated from five loci common to rice samples from Yunnan and from the present study.

**Tableau 4**

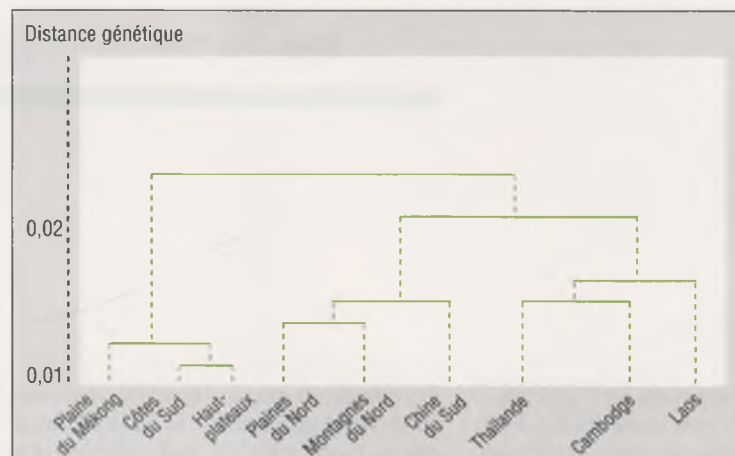
**Pourcentages des groupes de géotypes dans les échantillons des régions de l'Asie du sud-est**

| Groupes | Chine du Sud | Montagnes du Nord | Nord Laos | Nord Thaïlande | Plaine du Nord | Haut plateaux | Cote du Sud | Mékong Delta | Cambodge |
|---------|--------------|-------------------|-----------|----------------|----------------|---------------|-------------|--------------|----------|
| 1       | 18           | 2                 | 0         | 0              | 4              | 6             | 8           | 20           | 12       |
| 2       | 13           | 6                 | 10        | 10             | 22             | 14            | 11          | 16           | 12       |
| 3       | 18           | 34                | 10        | 20             | 41             | 17            | 19          | 13           | 25       |
| 4       | 40           | 29                | 26        | 44             | 20             | 25            | 33          | 18           | 50       |
| 5       | 3            | 11                | 4         | 0              | 14             | 21            | 22          | 25           | 0        |
| 6       | 4            | 1                 | 4         | 0              | 0              | 0             | 3           | 0            | 0        |
| 7       | 16           | 16                | 35        | 22             | 3              | 8             | 3           | 2            | 0        |

Percentages of genotype groups in the samples from different areas of South East Asia.

Pour comprendre la diversité génétique des variétés de riz de la région nous avons essayé de faire une typologie des géotypes à partir des allèles présents dans les locus principaux utilisés par les différents auteurs [4, 7]. Cette typologie nous permet de

comparer nos résultats avec ceux d'autres auteurs concernant les variétés de riz cultivées en Asie. Au préalable, nous avons établi sept groupes de géotypes principaux à partir des locus Cat 1, Sdh 1, Pgi 1, Pgi 2 (tableau 3). Ces groupes sont nommés à



**Figure 1.** Dendrogramme construit d'après la distance génétique des variétés de riz des régions de l'Asie du sud-est.

**Figure 1.** Dendrogram constructed after genetic distances between rice varieties from different areas of South East Asia.

**Tableau 3**

**Groupes de géotypes principaux selon les allèles de quatre locus du riz**

| Groupe de variétés       | Allèle sur les différents locus |       |       |       |
|--------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|
|                          | Cat 1                           | Sdh 1 | Pgi 1 | Pgi 2 |
| 1 Indica du Sud          | 1                               | 1     | 1     | 1     |
| 2 Indica riz d'hiver     | 1                               | 1     | 1     | 2     |
| 3 Indica du Nord         | 1                               | 2     | 2     | 1,2   |
| 4 Indica des montagnes   | 1                               | 2     | 1     | 1,2   |
| 5 Indica précoce         | 1                               | 1     | 2     | 1,2   |
| 6 Japonica intermédiaire | 2                               | 1,2   | 1,2   | 1,2   |
| 7 Japonica ancien        | 2                               | 2     | 2     | 1     |

Grouping of the major rice genotypes according to alleles at four loci.

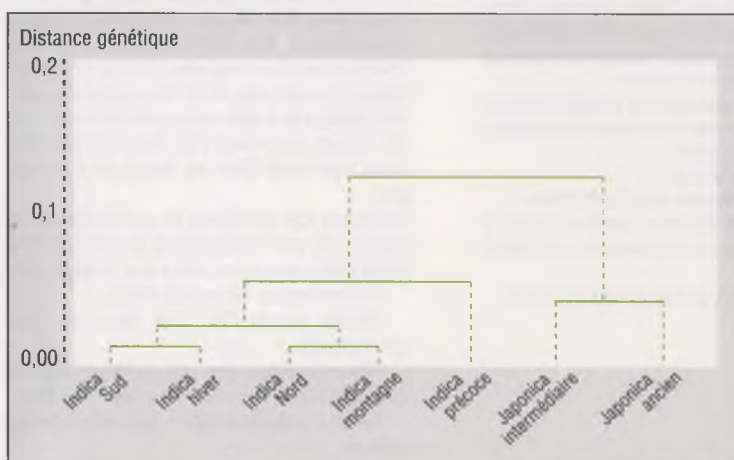


**Tableau 5**

**Indices de diversité des groupes géographiques des variétés de riz en Asie du sud-est**

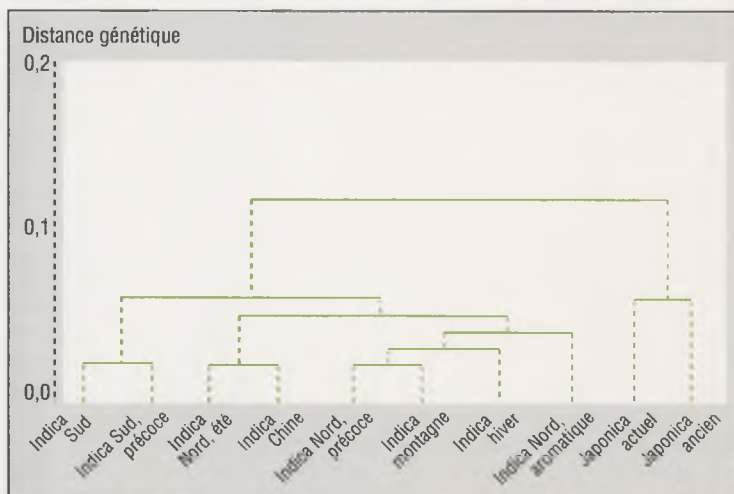
| Groupes      | 19 locus     | 13 locus     | Répétition exclue |
|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 1            | 0,131        | 0,172        | 0,173             |
| 2            | 0,104        | 0,148        | 0,152             |
| 3            | 0,166        | 0,238        | 0,209             |
| 4            | 0,166        | 0,236        | 0,202             |
| 5            | 0,158        | 0,222        | 0,197             |
| 6            | 0,272        | 0,275        | 0,210             |
| 7            | 0,182        | 0,245        | 0,203             |
| <b>Total</b> | <b>0,253</b> | <b>0,360</b> | <b>0,275</b>      |

Diversity indexes of geographic groups of rice varieties in South East Asia.



**Figure 2.** Dendrogramme construit à partir des distances génétiques des groupes de géotypes (variante 1) du riz d'Asie du sud-est.

**Figure 2.** Dendrogram constructed after genetic distances between groups of rice genotypes (variant 1) from South East Asia.



**Figure 3.** Dendrogramme construit à partir des distances génétiques des groupes de géotypes (variante 2) du riz d'Asie du sud-est.

**Figure 3.** Dendrogram constructed after genetic distances between groups of rice genotypes (variant 2) from South East Asia.

partir des types de variétés les plus nombreuses dans le groupe (tableau 4). Ainsi, nous avons pu distinguer sept groupes de géotypes similaires aux groupes déterminés pour les variétés de riz d'Asie [4, 7] (tableau 5). Notre groupe 1 correspond aux

groupe 1 des auteurs : il comporte les variétés Indica dominant dans les régions tropicales. Le groupe 7 regroupe des variétés Japonica typiques des régions tempérées et des zones d'altitude de la région tropicale. Entre ces deux groupes il existe des groupes

intermédiaires qui regroupent les différents types de variétés spécifiques des régions de la péninsule indochinoise. Ces groupes ne coïncident pas avec les groupes intermédiaires de Glaszmann, excepté le groupe 3 (Indica du Nord) qui ressemble au groupe 4 de Glaszmann (Rayada du Bangladesh). Nous avons aussi défini les distances génétiques de Nei entre ces groupes pour étudier leurs relations génétiques. Le dendrogramme de la figure 2 montre que le groupe 2 qui, présentant des variétés d'hiver (Chiem) du Nord Vietnam, est le plus proche des Indica typiques ; suivent les variétés Indica du Nord Vietnam, les Indica des montagnes et les Indica précoces. Il existe deux groupes de variétés appartenant à la sous-espèce Japonica, qui sont surtout des variétés gluantes et pluviales des régions montagneuses.

Nous avons essayé une autre typologie utilisant la méthode de classification hiérarchique à partir des allèles de quatre locus Cat 1, Sdh 1, Pgi 1 et Pgi 2. Cette classification aboutit à la distinction de dix groupes principaux que nous nommons suivant les caractères du groupe de variétés majoritaire. Utilisant les distances génétiques calculées à partir de la fréquence des allèles des locus de chaque groupe, nous avons élaboré l'arbre de typologie, présenté dans la figure 3.

Ce nouveau schéma montre une relation plus logique des groupes de géotypes dans les variétés de riz du Sud-Est asiatique. Il définit quatre groupes principaux de géotypes : le groupe des Indica du Sud, le groupe des Indica du Nord et du sud de la Chine, le groupe des Indica de montagne (lié aux variétés précoces d'hiver et aromatiques du Nord) et le groupe des Japonica (variétés gluantes et pluviales).

Notre étude a montré que la région de la péninsule indochinoise est un centre de diversité des géotypes de riz, surtout dans les régions montagneuses, où probablement le riz a pris son origine. C'est dans cette région que le riz cultivé a été différencié en sous-espèces Indica et Japonica avec des groupes intermédiaires réunissant les différents types de variétés adaptés à des conditions écologiques variées. Entre les différentes régions qui longent le Mékong et le fleuve Rouge, il existe une parenté entre les différents types de variétés, ce qui prouve des relations historiques et culturelles entre les pays de la région. ■

**Remerciements**

Nous voulons sincèrement remercier J.-C. Glaszmann (CIRAD) pour son aide méthodologique et l'analyse de nombreux d'échantillons.

## Références

1. Vavilov NI. *Les centres d'origine des plantes cultivées. Travaux en botanique appliquée et sélection.* Leningrad : Institut de botanique appliquée et de sélection (édition en russe) : T16 (n° 2) 1926.
2. Chang TT. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. *Euphitica* 1976 ; 25 : 425-41.
3. Nakagahra M, Akihama T, Hayashi K. Genetic

variation and geographic cline of esterase isozymes in native rice varieties. *Japanese Journal of Genetics* 1975 ; 50 (n° 5) : 373-82.

4. Glaszmann J.C. Isozymes and classification of Asian rices varieties. *Theor Appel Genet* 1987 ; 74 : 21-30.

5. Nagamine T, Xiong JH, Xiao Q. Genetic variation in several isozymes of indigenous rice varieties in Yunnan province of China. *Japanese Journal of Breeding* 1992 ; 42 : 507-13.

6. Nei M. *Molecular population genetics and evolution.* Amsterdam : Elsevier, 1975 ; 288 p.

7. Second G. Origin of the genic diversity of cultivated rice (*Oryza* spp.) : study of the polymorphism scored at 40 isozyme loci. *Japanese Journal of Genetics*, 1982 ; 57 : 25-7.

8. Watabe T. *The development of rice cultivation. Thailand : a rice growing society.* Honolulu : University Press of Hawaii, 1978 ; 3-39.

## Résumé | La diversité génétique du riz cultivé dans le Sud-Est asiatique

L'étude de la biodiversité génétique, par l'analyse des isozymes, de plus de mille variétés de riz des régions du Sud-Est asiatique a montré une grande diversité génétique pour les régions montagneuses du Nord Laos, Nord-Vietnam, Nord-Thaïlande et les hauts plateaux du Sud-Vietnam dépassant celle des variétés du Yunnan décrites par les auteurs japonais et chinois.

La construction de dendrogrammes à partir des distances génétiques des groupes de variétés a permis de distinguer les groupes suivants :

- Indica du Sud - Vietnam ;
- Indica du Nord - Vietnam et du sud de la Chine ;
- Indica de montagne lié aux variétés précoces, aux riz d'hiver (Chiem) et au riz aromatique du Nord-Vietnam ;
- Japonica, qui sont des variétés gluantes et pluviales.

## Summary | Genetic diversity of cultivated rice in South East Asia

*Studying diversity of over thousand rice varieties from South East Asia on the basis of isozyme analysis, showed a larger diversity for mountain areas of North Laos, North Vietnam, North Thailand and the high plateaus of South Vietnam, which was beyond that of Yunnan described by chinese and japanese authors.*

*Constructing dendrograms from genetic distances between variety clusters permitted to distinguish the four following groups:*

- *Indica of South Vietnam;*
- *Indica of North Vietnam and South China;*
- *Mountain Indica, linked to early varieties, to winter rice (Chiem), and to aromatic rice of North Vietnam;*
- *Japonica, wich are gluey rain-fed varieties.*

## Tóm tắt | Sự đa dạng di truyền của lúa được canh tác ở các nước Đông Nam Á.

Nghiên cứu sự đa dạng di truyền bằng phân tích isozym của hơn 1000 giống lúa vùng Đông Nam Á cho thấy các giống lúa của miền núi Bắc Việt Nam, Bắc Lào, Bắc Thái Lan và cao nguyên Trung Bộ có đa dạng di truyền cao nhất. Đa dạng di truyền của giống lúa ở các vùng này còn cao hơn các giống của vùng Vân Nam do các nhà khoa học Nhật Bản và Trung Quốc phân tích.

Xây dựng cây phân loại từ sự thân thuộc di truyền của các nhóm giống cho thấy có thể phân biệt các nhóm giống sau trong vùng:

- Nhóm Indica Nam Việt Nam,
- Nhóm Indica Bắc Việt Nam và Nam Trung Quốc,
- Nhóm Indica miền núi có liên quan đến lúa sớm, lúa chiêm, lúa Tam bạc Việt Nam,
- Nhóm Japonica gồm lúa nếp và lúa nương.