

CEA - N - 1846
FR 760 7719

— Note CEA - N - 1846 —

ICNF
NIS

Centre d'Etudes Nucléaires de Cadarache
Département de Protection
Service de Recherches Toxicologiques et Ecologiques
Laboratoire de Radioécologie Continentale

DEGAGEMENT GAZEUX D'IODE RADIOACTIF A PARTIR DE VEGETAUX
EN DECOMPOSITION
I - DEGAZAGE APRES ABSORPTION FOLIAIRE ET ABSORPTION
RACINAIRE

par

Arsène SAAS - André GRAUBY

— DECEMBRE 1975 —

Note CEA-N-1846

DESCRIPTION-MATIERE (mots clefs extraits du thesaurus SIDON/INIS)

en français

IODE
IODE 125
VEGETAUX
CINETIQUE DES RADIONUCLEIDES
MIGRATION DES RADIONUCLEIDES
ABSORPTION PAR LES FEUILLES
ABSORPTION PAR LES RACINES
ENTRAINEMENT PAR LES PRECIPITATIONS
DEGAZAGE
SOLS
APPORT UNIQUE
APPORT CHRONIQUE
COMPOSES ORGANIQUES

en anglais

IODINE
IODINE 125
PLANTS
RADIONUCLIDE KINETICS
RADIONUCLIDE MIGRATION
FOLIAR UPTAKE
ROOT ABSORPTION
WASHOUT
DEGASSING
SOILS
SINGLE INTAKE
CHRONIC INTAKE
ORGANIC COMPOUNDS

Centre d'Études Nucléaires de Cadarache
Département de Protection
Service de Recherches Toxicologiques et Ecologiques
Laboratoire de Radioécologie Continentale

DEGAGEMENT GAZEUX D'IODE RADIOACTIF A PARTIR DE VEGETAUX
EN DECOMPOSITION
I - DEGAZAGE APRES ABSORPTION FOLIAIRE ET ABSORPTION
RACINAIRE

par

Arsène SAAS - André GFAUBY

CEA-N-1846 - SAAS Arsène, GRAUBY André

DEGAGEMENT GAZEUX D'IODE RADIOACTIF A PARTIR DE VEGETAUX EN DECOMPOSITION. I - DEGAZAGE APRES ABSORPTION FOLIAIRE ET ABSORPTION RACINAIRE

Sommaire. - L'absorption de l'iode par les végétaux constitue un maillon important pour la contamination de la chaîne alimentaire. On se place, ici, dans le cas de l'iode à vie longue où il convient de suivre, outre l'absorption foliaire et racinaire, les pertes par pluvio-lessivage, décomposition des résidus ou dégazage. Ce travail est envisagé pour mettre en évidence deux aspects du problème : l'intensité du dégazage et l'influence du mode d'apport sur les pertes en iode. Cette étude montre que le dégazage de l'iode est fonction du type de végétal, qu'il existe des différences dues au mode d'absorption (foliaire et racinaire) et que le processus de libération de l'iode est généralement lié à des mécanismes biochimiques.

1975

20 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France

CEA-N-1846 - SAAS Arsène, GRAUBY André

GASEOUS RELEASE OF RADIOACTIVE IODINE FROM DECAYING PLANTS. I - RELEASE FOLLOWING FOLIAR AND ROOT UPTAKE

Summary. - Iodine uptake by plants is a significant link in the contamination of the food chain. Long half-lived iodine was studied considering foliar and root uptake, loss by rain scavenging, residue decay or outgassing in order to assess two aspects of the problem : the importance of outgassing and the effect of the route of transfer on iodine losses. It appeared that iodine release was a function of the vegetal type, there were differences according to the pattern of absorption (via leaf or root) and the processes of iodine release were usually related to biochemical mechanisms.

1975

20 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France

La contamination des végétaux par les iodes radioactifs constitue un maillon essentiel dans le transfert de cet élément jusqu'à l'homme par le biais de la chaîne alimentaire. Cependant, le mode de contamination des végétaux est lié à la période radioactive de l'iode. Ainsi, pour les nucléides à vie courte, seul le dépôt foliaire peut intervenir dans la contamination de la chaîne alimentaire. Pour les iodes à vie longue, en particulier l'iode 129, il convient, en outre, de tenir compte de l'absorption racinaire. De plus, il est nécessaire également de suivre l'évolution du radionucléide au cours de la décomposition des végétaux : pluvio-lessivage, dégazage. La présente étude a pour but de suivre les pertes en iode volatil à partir des végétaux en décomposition. Le problème du dégazage se pose sous un double aspect :

- quelle est l'intensité de perte d'iode gazeux à partir d'un dépôt foliaire ou d'une absorption racinaire ?
- sous quelles formes chimiques se dégage l'iode à partir des végétaux en décomposition ?

Ce deuxième point sera traité dans une étude complémentaire [1].

L'absorption de l'iode par dépôt foliaire sur les végétaux a été largement traitée aussi bien au cours d'expérimentation de laboratoire qu'in situ [2]. Par contre, la libération de l'iode à partir des végétaux

ne semble pas avoir été étudiée. La présence de l'iode 129 dans les combustibles irradiés et son éventuelle dispersion dans l'environnement nécessitent de connaître l'évolution de l'iode déjà absorbée par le végétal.

Nous allons essayer de dresser le bilan de l'iode après 50 jours de décomposition pour des végétaux récoltés sur des sols différents dans lesquels le radionucléide a été apporté de différentes manières.

1. MATERIEL ET DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le matériel végétal est constitué par différentes espèces qui poussent naturellement sur différents sols, notamment du dactyle (sol brun lessivé), diverses graminées et des carex (sol brun hydromorphe), de la fétuque ovine (ranker cryptopodzolique), de la molinie et des fougères (sols podzoliques). La contamination en iode 125 des végétaux a été réalisée à l'aide du dispositif décrit dans une étude antérieure [3]. Signalons, néanmoins, que l'iode a été apportée sur des sols et des végétaux en place. Lors du début de l'expérimentation toute la végétation a été coupée afin d'éviter au maximum, dans le cas de l'apport unique d'iode, la contamination par voie foliaire. Le matériel végétal a été prélevé après 26 jours de croissance. Comme l'enracinement des végétaux est important et profond nous obtenons des activités spécifiques assez variables : de 20 à 1500 $\mu\text{Ci}/\text{kg}$ pour une absorption racinaire; de 4 à 25 $\mu\text{Ci}/\text{kg}$ pour un apport chronique d'iode, donc pour une absorption combinée foliaire + racinaire. L'ensemble des caractéristiques du matériel végétal est rassemblé dans le tableau I. Il est à noter que, dans l'un et l'autre cas, les activités apportées par l'eau de pluie au sol sont

respectivement : 6000 μCi pour un apport unique; 408 μCi pour un apport répété en fonction de la pluviométrie; cette différence explique que le rapport "activité spécifique du végétal / l'activité spécifique du sol" soit généralement plus important dans le second cas.

Le matériel végétal fraîchement récolté est ensuite introduit dans le dispositif expérimental décrit sur la figure 1. Il comprend notamment un piège destiné à débarrasser l'air de l'iode puis à maintenir cet air voisin du taux de saturation en humidité (paramètre lié aux conditions locales du site). Cet air est aspiré à travers un erlenmeyer renfermant les végétaux fraîchement coupés. L'iode volatil provenant des végétaux est ensuite piégé sur un tube contenant du charbon actif et dans un barboteur renfermant du nitrate d'argent alcoolique. Le premier piège retient l'iode élémentaire et plus particulièrement l'iode minéral, tandis que le second est destiné à retenir les formes organiques et, en général, l'iode non retenu par le premier piège. Les pièges sont renouvelés périodiquement et il est ainsi possible de déterminer la quantité d'iode dégazée par les végétaux. Cette expérimentation est poursuivie durant 50 jours. En fin d'expérimentation, les débris végétaux sont lavés à l'aide d'eau de pluie pour déterminer l'iode résiduel et apprécier la fraction d'iode libérée sous forme aqueuse.

2. RESULTATS

Les pertes en iode des végétaux en décomposition sont envisagées ici sous un double aspect :

- établissement d'un bilan global,
- évolution du dégazage.

2.1. Bilan de la perte en iode des végétaux

L'ensemble des valeurs rassemblées dans le tableau II montre que les pertes en iode des végétaux en décomposition sont très variables. Selon le type de végétal et le mode d'apport, la libération de l'iode fluctue de 10 à 70 %. Si nous nous intéressons au type de sol et au végétal qui y pousse, nous distinguons, d'une part, les sols du type podzolique et, d'autre part, les sols bruns acides. Cette même distinction existe si l'on compare la libération de l'iode en fonction du mode de contamination. Dans le premier groupe, l'augmentation de la perte en iode est comprise entre 1,17 et 1,33; dans le second groupe cette valeur oscille entre 3,32 et 3,60. Si nous examinons la volatilité de l'iode au cours de la décomposition, nous obtenons la série suivante : sol brun acide - sols podzoliques - podzols. Il est à remarquer, toutefois, que le pourcentage d'iode à l'état gazeux dépend uniquement du sol et du végétal mais est indépendant du mode de contamination, ce qui voudrait dire que les mécanismes de libération de l'iode seraient d'ordre biochimique et qu'il existerait un équilibre entre les formes liquides et les formes gazeuses. Cet équilibre pourrait être lié à la composition du milieu réactionnel et à l'activité microbienne de ce même milieu. Sur le plan de la radioprotection, il y a lieu de prendre en considération les données suivantes :

- . les pertes en iode des végétaux en décomposition sont importantes et peuvent atteindre 70 % en 50 jours;
- . la libération de l'iode par dépôt foliaire varie d'un facteur 1,2 à 3,6 par rapport à une absorption racinaire;

- . le pourcentage d'iode volatil est fonction, uniquement, du type de végétal et ceci en liaison avec le sol sous-jacent.

Si le bilan général, après 50 jours de décomposition, nous permet de tirer les conclusions essentielles concernant la libération de l'iode à partir des végétaux, il est non moins utile de suivre l'évolution du phénomène dans le temps et d'inventorier les formes physico-chimiques de l'iode gazeux.

2.2. Evolution du dégazage dans les différents végétaux.

L'évolution du dégazage de l'iode est illustrée par les figures 2 à 6.

Sur l'ensemble des végétaux nous pouvons distinguer 4 phases :

- . Une phase stationnaire comprise généralement entre 0 et 9 jours pendant laquelle le dégagement de l'iode est très faible, voire nul.
- . Une phase intermédiaire de durée variable (10 jours) durant laquelle le dégazage s'amorce; mais il est généralement très progressif.
- . Une phase d'accélération de courte durée qui se situe entre le 25^e et 35^e jour selon le type de végétal et le mode d'apport de l'iode. Durant cette phase, le dégazage est très important. Cette phase pourrait correspondre soit à une prolifération microbienne importante, soit à la destruction de certains tissus végétaux avec libération de composés organiques iodés.
- . Une phase de latence qui ressemble un peu à la phase intermédiaire. Le dégazage de l'iode est continu et a tendance à s'atténuer progressivement.

Il faut noter, cependant, que l'intensité de dégazage est fonction, à l'intérieur d'une phase donnée, du type de végétal. C'est ainsi que la pente de la courbe est très accentuée au cours de la troisième phase pour les végétaux des sols bruns.

L'évolution au cours du temps est très différente en fonction du mode d'apport pour les végétaux des sols bruns acides, tandis que la différence est très atténuée pour les végétaux des sols podzoliques.

Sur le plan de la radioprotection, les renseignements que nous pouvons retirer des différentes phases de dégazage sont les suivants :

- . le dégazage n'a pratiquement pas à être pris en considération pour les iodes à vie courte; en effet, le dégazage est faible jusqu'au 20e jour;
- . pour les iodes à vie longue et notamment l'iode 129, le dégazage maximal a lieu entre le 20e et 35e jour après le dépôt;
- . d'une manière générale, il importe de distinguer, pour le calcul de l'intensité de dégazage, le mode de contamination (dépôt foliaire, absorption racinaire).

Afin de connaître les possibilités de transfert de l'iode dégazé à partir des végétaux, il y a lieu d'examiner les formes physico-chimiques sous lesquelles cet iode est libéré. Il va sans dire que le problème se pose surtout au cours de la phase de libération intense qui se situe entre le 20e et le 35e jour. Des études sur le dépôt foliaire [2] et le transfert de l'iode atmosphérique au

sol et au végétal [3] ont montré que l'iode organique a une efficacité de transfert beaucoup moindre que l'iode élémentaire [4].

Quel que soit le mode de contamination des végétaux, le pourcentage entre les formes minérales et les formes organiques est identique pour un végétal donné; ceci confirmerait l'hypothèse du dégazage biochimique de l'iode. Au cours des différentes phases de dégazage, l'équilibre physico-chimique varie comme suit :

- . Phase stationnaire : l'iode élémentaire est prédominant pour tous les végétaux. Durant cette phase, le dégazage serait uniquement dû aux phénomènes d'oxydo-réduction du milieu.
- . Phase intermédiaire : la forme de l'iode libéré est fonction du végétal. Les végétaux sur sols bruns acides relâchent de l'iode à la fois sous forme organique et sous forme minérale; sur sols podzoliques, l'iode minéral reste prépondérant. Ceci indiquerait que l'iode organique est la résultante d'une activité métabolique du milieu et pas seulement l'aboutissement de réaction d'addition ou de substitution comme on pourrait le penser de prime abord.
- . Phase d'accélération : durant cette phase, l'iode sous forme organique est prépondérant dans tous les végétaux. Il est à noter, toutefois, que la quantité d'iode minéral libérée est équivalente à celle libérée durant les deux premières phases.
- . Phase de latence : au cours de cette phase, on observe des fluctuations très importantes des formes physico-chimiques de l'iode. Ces variations sont dues à la fois au type de végétal et aux conditions du milieu réactionnel. En dressant le bilan de cette phase, on constate néanmoins une légère prépondérance de l'iode minéral.

L'examen des différentes formes physico-chimiques de l'iode au cours de la décomposition des végétaux montre, d'une part, une assez grande fluctuation dans les pourcentages respectifs de l'iode minéral et organique et, d'autre part, que cette distinction mérite d'être approfondie car les formes organiques sont multiples et leur réactivité dans le milieu est fonction du corps porteur. Il y a lieu aussi de préciser la stabilité de ces composés dans le milieu; il semble, d'ailleurs, que certaines molécules organiques cèdent facilement leurs ions iode si les conditions d'oxydo-réduction sont favorables.

Manuscrit reçu le 31 octobre 1975.

CONCLUSION :

L'étude du dégagement d'iode radioactif à partir des végétaux en décomposition met en évidence les faits suivants :

- . la libération d'iode gazeux est à prendre en considération pour les iodes à vie longue donc l'iode 129;
- . le dégazage de l'iode est fonction du type de végétal;
- . le pourcentage d'iode libéré sous forme gazeuse par rapport à la perte totale en iode est indépendant du mode de contamination;
- . la libération d'iode volatil se produit d'une manière intense entre le 20e et le 35e jour;
- . le processus de libération de l'iode semble dériver beaucoup plus de phénomènes biochimiques que des conditions purement chimiques.

Cette étude montre également que nos connaissances concernant l'évolution dans le milieu de certaines formes physico-chimiques, notamment les formes organiques sont assez limitées; en particulier, il semble qu'à l'heure actuelle, on ne puisse pas déterminer avec exactitude la réactivité de certaines molécules iodées avec l'atmosphère, le sol ou le végétal.

En conclusion, cette étude fournit néanmoins les données essentielles au sujet de la libération d'iode gazeux à partir des végétaux et permet de fixer les fourchettes à prendre en considération pour évaluer le cycle des iodes à vie longue dans l'environnement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier ici Mesdames M. FAVRE et J. RAPENNE et Messieurs P. GILLE et A. GIULIANI de la collaboration qu'ils leur ont apportée au cours de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SAAS A. GRAUBY A.
Dégagement gazeux d'iode radioactif à partir de végétaux en
décomposition
II Formes chimiques de l'iode provenant des végétaux en décom-
position
Note CEA - (A paraître)
- [2] ANGELETTI L. 1972
La contamination des pâturages par l'iode 131
1re partie : vitesse de dépôt de l'iode 131
Rapport EUR-4872.f., 1972
- [3] SAAS A. GRAUBY A.
An approach to investigations on the behaviour of iodine 129
in the atmosphere - soil - plant - system
(A paraître)
- [4] SAAS A.
L'iode dans l'environnement. Etude bibliographique
(A paraître)
- [5] TENSHO K. YEH K.L. 1970
Radio-iodine uptake by plant from soil with special reference
to lowland rice
Soil Sci.Plnt.Nutrit.,1970,16(1) 30-37.

Tableau : I - Absorption de l'iode par les végétaux

MODE D'APPORT	ABSORPTION RACINAIRE *				ABSORPTION FOLIAIRE ET RACINAIRE **				
	SOL N°	Activité exportée 10^{-3} μ Ci	Activité spécifique μ Ci/kg	Activité végétal sol 10^{-6}	Activité spécifique végétal sol 10^{-6}	Activité exportée 10^{-3} μ Ci	Activité spécifique μ Ci/kg	Activité végétal sol 10^{-6}	Activité spécifique végétal sol 10^{-6}
	3-13	78,7	43,7	13,1	7,3	13,7	23,9	33,6	58,6
	2	2525,7	1644,4	421,0	274,1	-	-	-	-
	1-4	165,4	29,5	27,6	4,9	41,0	6,1	100,5	15,0
	5-11	187,2	60,1	31,2	10,0	73,6	3,7	180,4	9,1
	7-9	19,7	21,3	3,3	3,6	15,2	5,8	37,3	14,2

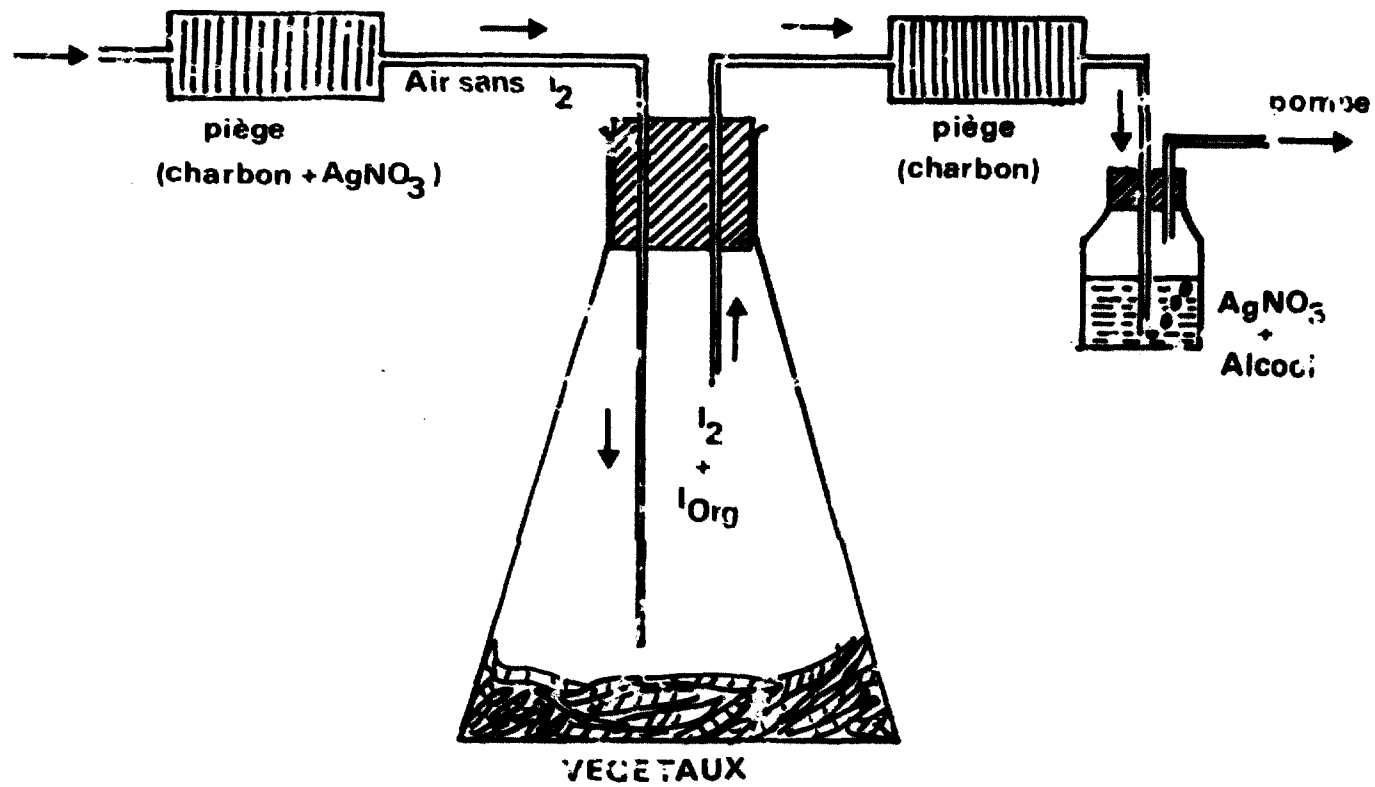
* 6000 μ Ci

** 408 μ Ci

**Tableau: II - Perte en iode des végétaux
en décomposition**

<u>MODE</u> <u>APPORT</u>	<u>Absorption racinaire</u> %				<u>Absorption foliaire et</u> <u>racinaire</u> %			
	<u>Perte</u> <u>totale</u>	<u>Perte</u> <u>liquide</u>	<u>Perte</u> <u>gazeuse</u>	<u>Gaz</u> <u>Total</u> <u>en %</u>	<u>Perte</u> <u>totale</u>	<u>Perte</u> <u>liquide</u>	<u>Perte</u> <u>gazeuse</u>	<u>Gaz</u> <u>Total</u> <u>en %</u>
3-13	42,4	33,5	8,9	21,0	56,5	45,0	11,5	20,4
2	44,1	41,4	2,7	6,1	--	--	--	--
1-4	12,1	7,0	5,1	42,1	40,2	22,9	17,3	43,0
5-11	17,9	13,5	4,4	24,6	64,4	49,2	15,2	23,6
7-9	58,5	49,7	8,8	15,0	68,5	57,7	10,8	15,8

FIGURE 1 DEGAZAGE DES VEGETAUX



%
IODE GAZEUX

Figure: 2 Dégazage des végétaux d'un
ranker cryptopodzolique à mor

15

Absorption

3 - Δ racinaire

13 - \blacktriangle " et foliaire

10

5

0

10

20

30

40

JOURS

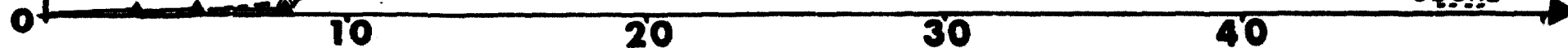
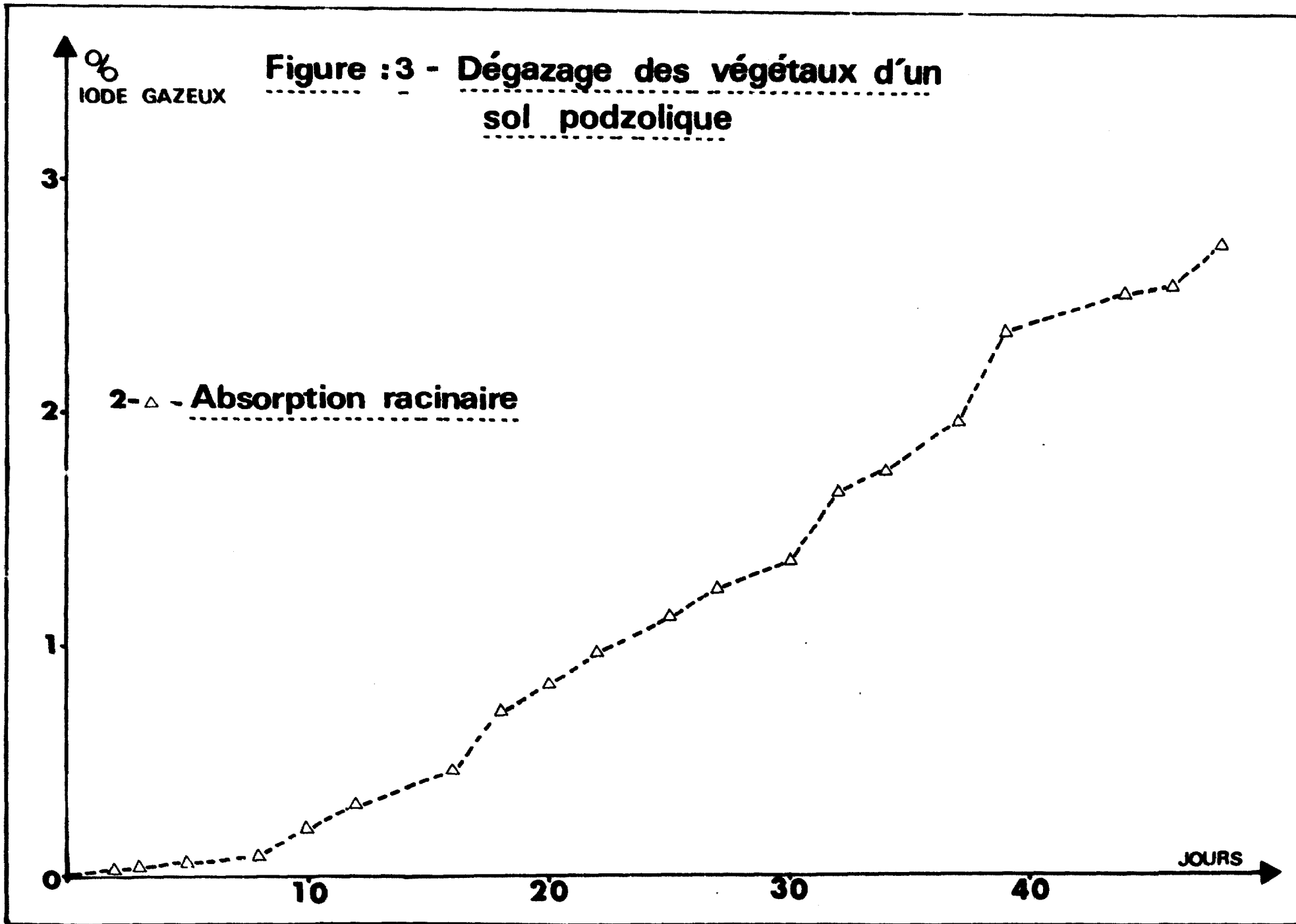


Figure :3 - Dégazage des végétaux d'un sol podzolique



**Figure : 4 - Dégazage des végétaux d'un
sol brun acide hydromorphe**

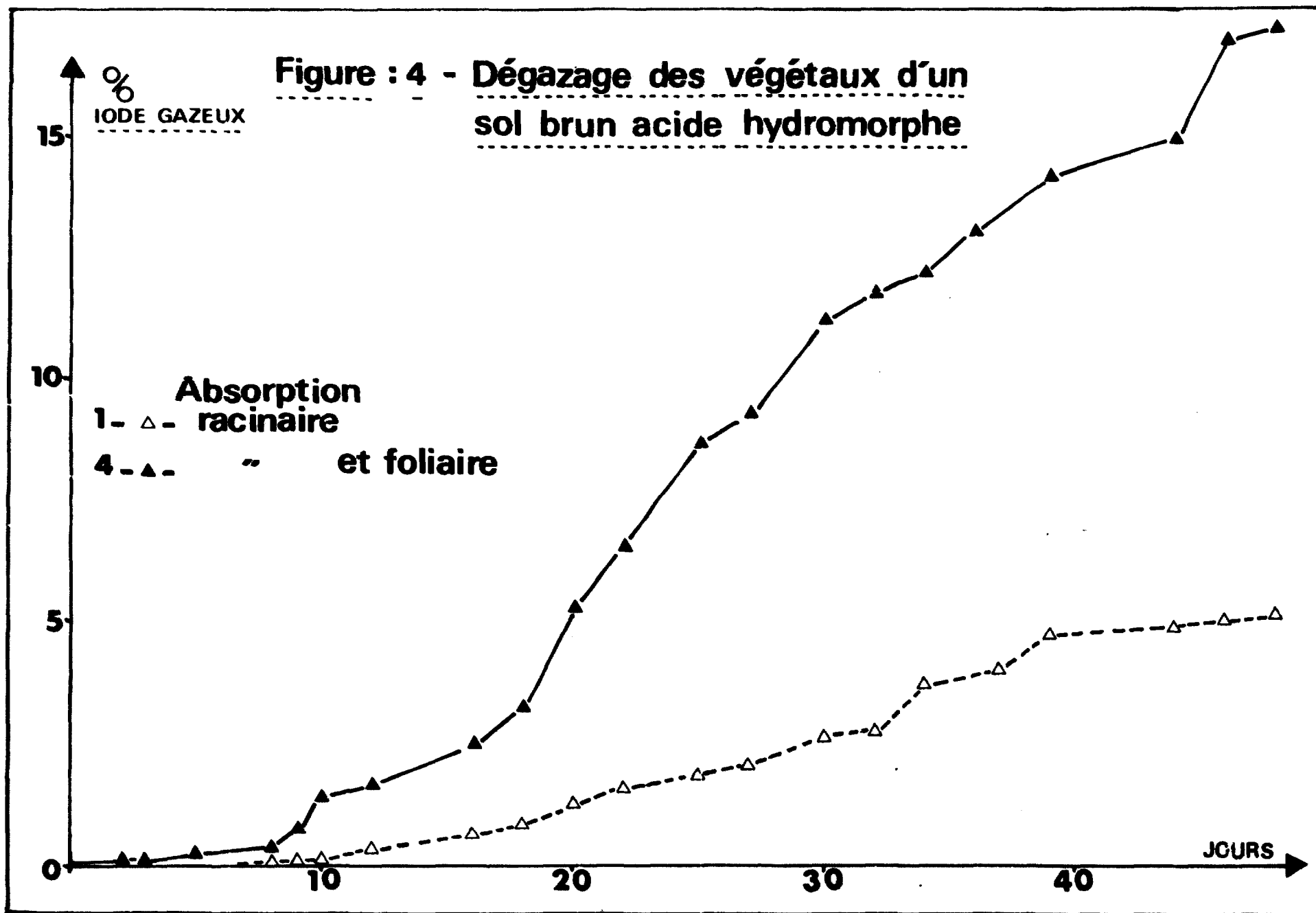


Figure : 5 . Dégazage des végétaux d'un sol brun acide lessivé

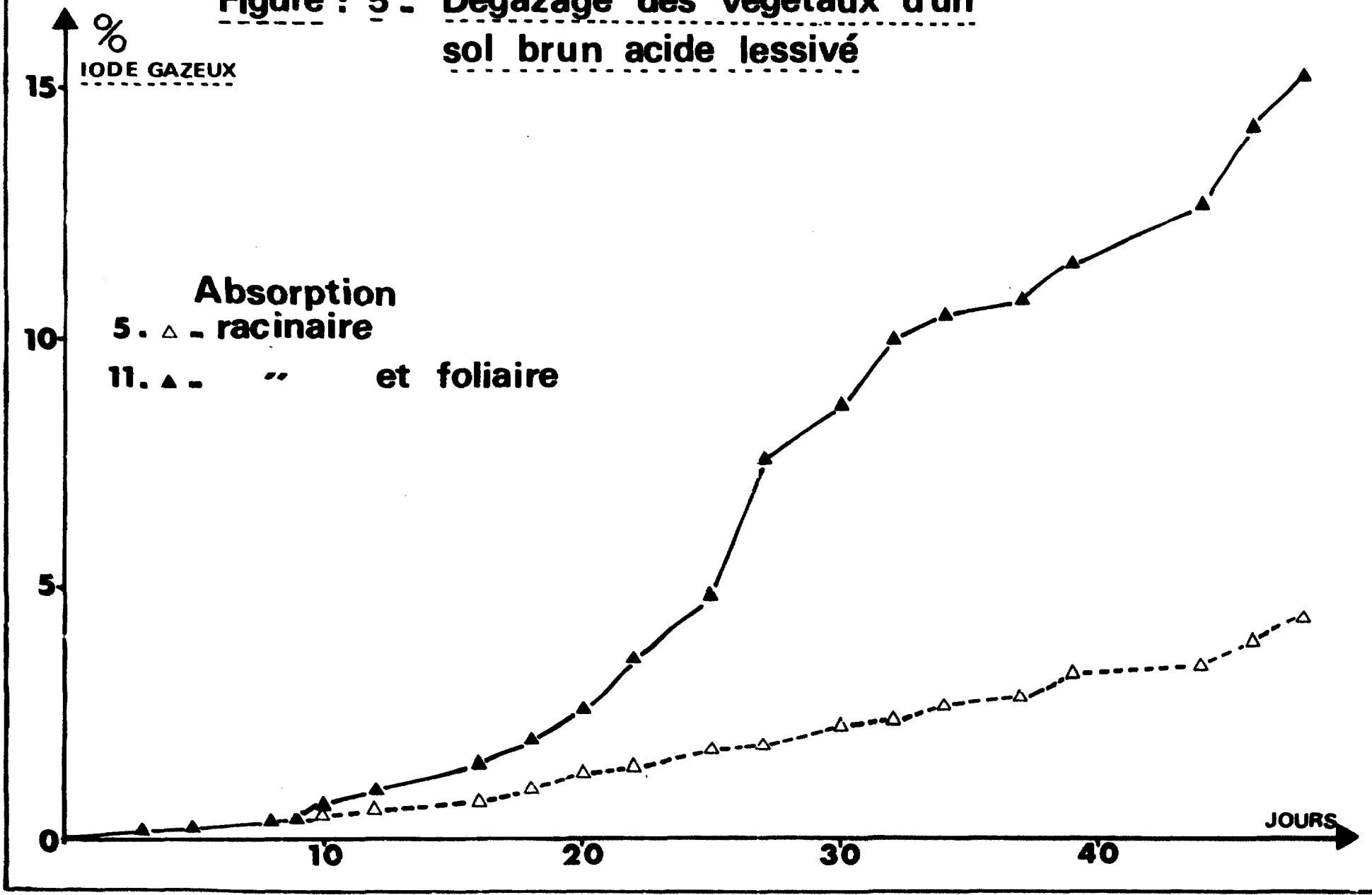
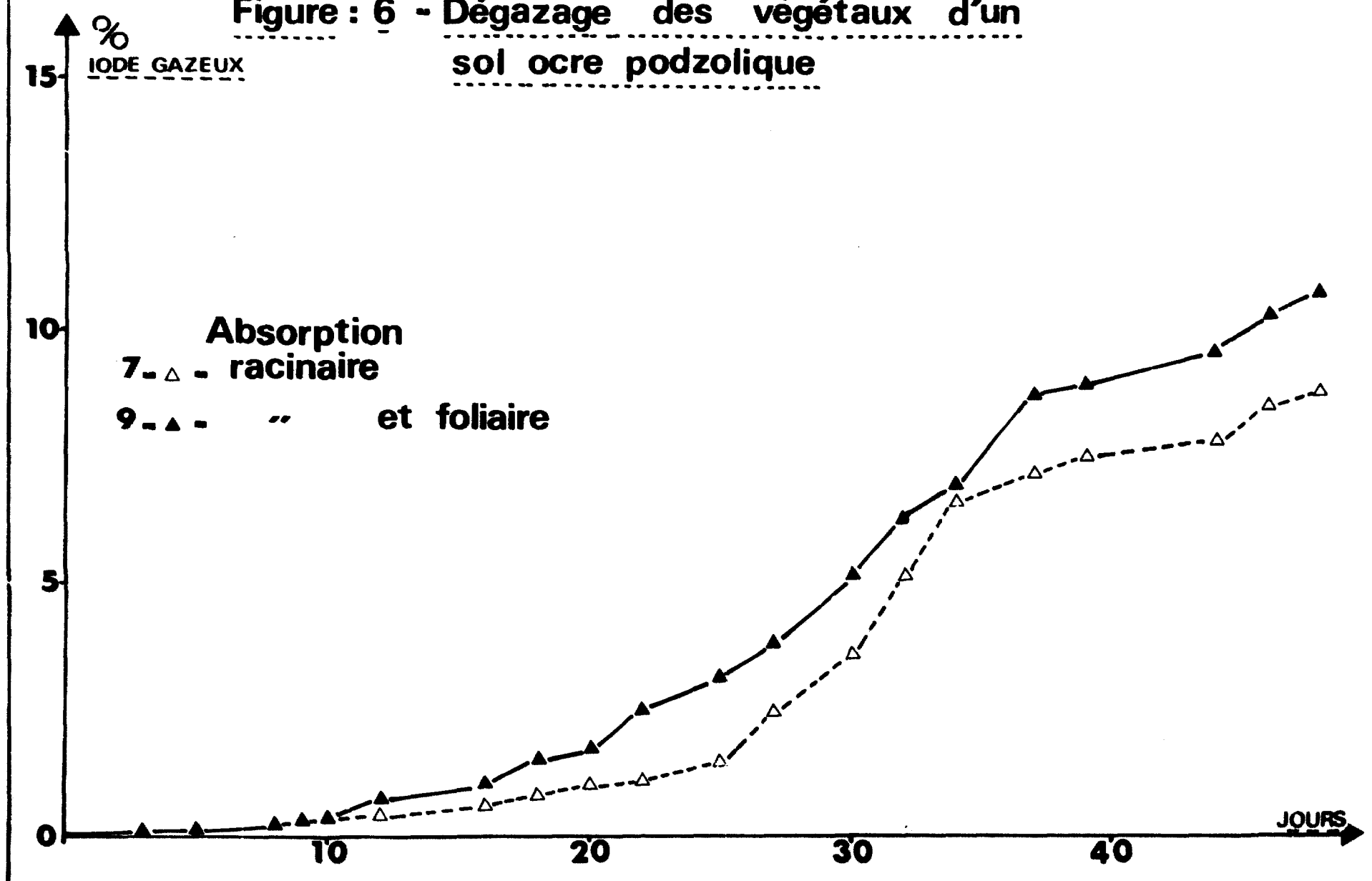


Figure : 6 - Dégazage des végétaux d'un sol ocre podzolique



Imprimé
par le Bureau de Documentation
C.E.N./CADARACHE