Preuve des Conjectures de Weil, en dehors de l'hypothèse de Riemann

Dajano Tossici

Rencontre ANR, ARIVAF, 19-21 Décembre 2012, Paris, IHP

Notation : Quand on cite des resultats deja traité dans un rencontre Arivaf precedent on met entre parenthése l'exposé correspondent.

Le but de cet éxposé est de prouver les Conjectures de Weil, sauf que l'hypothèse de Riemann. Dans la suite p notera un nombre premier fixé, $q := p^m$, pour un entier m fixé et l sera toujours un premier different de p. Si k est un corps $\overline{k}$ sera une clôture algébrique fixé.

1. Rappel de définitions

Soit X un schéma sur k.

Définition 1.1. Un *faisceau l-adique* (ou un *faisceau de $\mathbb{Z}_l$-modules*) sur X_{et} est un systeme projective $\mathcal{F} = (\mathcal{F}_n)_{n\in\mathbb{N}}$ de faisceaux de groupes abeliens tel que, pour tout $n \in \mathbb{N}$, le morphisme donné $\mathcal{F}_{n+1} \longrightarrow \mathcal{F}_n$ induce un isomorphisme $\mathcal{F}_{n+1}/l^n\mathcal{F}_{n+1} \longrightarrow \mathcal{F}_n$. On dit que $\mathcal{F}$ est *constructible* si pour tout n existe $X = \cup X_{i,n}$ avec $X_{i,n}$ localement fermé et $\mathcal{F}_n$ est localement constant. On dit que $\mathcal{F}$ est *constant tordu constructible* si les $\mathcal{F}_n$ sont localement constant pour tout n.

Définition 1.2. La catégorie de *faisceaux constructibles de $\mathbb{Q}_l$-espaces vectoriels* a comme objets les faisceaux constructibles l-adiques. Si $\mathcal{F}$ et $\mathcal{G}$ sont deux faisceax constructible on note $\mathcal{F}\otimes\mathbb{Q}_l$ et $\mathcal{G}\otimes Q_l$ les même faisceaux vus comme faisceaux de $\mathbb{Q}_l$-espaces vectoriels et on pose

$$Hom(\mathcal{F}\otimes\mathbb{Q}_l, \mathcal{G}\otimes\mathbb{Q}_l) = Hom(\mathcal{F},\mathcal{G})\otimes_{\mathbb{Z}_l}\mathbb{Q}_l.$$

Un $\mathbb{Q}_l$-faisceau est *constant tordu constructible* si il l'est comme faisceau l-adique.

Définition 1.3. Soit $\mathcal{F}$ un faisceau l-adique. On pose

$$H^r(X,\mathcal{F}) := \lim_{\overleftarrow{n}} H^r(X,\mathcal{F}_n).$$

et

$$H^r(X,\mathcal{F}\otimes\mathbb{Q}_l) := \lim_{\overleftarrow{n}} H^r(X,\mathcal{F}_n)\otimes\mathbb{Q}_l.$$

Voir [To] pour plus details.

2. Énoncé des conjectures de Weil

Définition 2.1. Sot X une variéte algebrique sur un corps fini $k = \mathbb{F}_q$. La *fonction zêta de $X/\mathbb{F}_q$* est la série formelle à coefficients rationels

$$Z(X,t) = \exp(\sum_{m\geq 1} N_m \frac{t^m}{m})$$

où N_m est le nombre des élements de $X(k_m)$, avec k_m l'unique extension de k de degré m.

Soit X une variété projective lisse sur un corps fini $\mathbb{F}_q$, geométriquement connexe de dimension d. Les conjectures de Weil peuvent se formuler comme suit :

(1) (Rationalité) La fonction zêta de $X/\mathbb{F}_q$ est une fraction rationelle. Plus precisement

$$Z(X,t) = \frac{P_1(X,t)\cdots P_{2d-1}(X,t)}{P_0(X,t)\cdots P_{2d}(X,t)}$$

avec $P_i(X,t) = \det(1 - \mathrm{F}\,t|H^r(X_{\overline{k}},\mathbb{Q}_l))$. De plus les P_i sont à coefficients entiers et $F_0(X,t) = 1-t$ et $F_{2d}(X,t) = 1-q^dt$. La formule ci-dessus est dit *interpretation cohomologique de la fonction $Z(X,t)$*.

(2) (Équation functionelle) Soit $\chi(X) := \sum_i (-1)^i \deg P_i$ la *caractéristique de Euler-Poincare* de X. Pour un certain signe $\varepsilon = \pm 1$, la fonction zêta de $X/\mathbb{F}_q$ vérifie l'équation

$$Z(X, \frac{1}{q^d t}) = \epsilon q^{d\chi(X)/2} t^{\chi(X)} Z(X, t).$$

(3) (Hypothése de Riemann) Les racines des P_i et ses conjugués sont nombres algèbriques de module $q^{-i/2}$.

(4) (Interprétation topologique) Supposons que X provienne, par reduction modulo un idéal premier, d'un schéma $\mathcal{X}$ projectif et lisse sur l'anneau des entiers d'un corps de nombres. Alors $\deg(P_i) = h^i_{Betti}(\mathcal{X}^{an}_{\mathbb{C}})$ pour tout i.

3. Preuve Rationnelité

3.1. **Frobenius et Formula de la Trace.** Soit $f : X \longrightarrow \mathrm{Spec}(k)$ un k-schéma. Soit F_X le m-ième itéré du Frobenius absolu. On remarque que en fait il coïncide avec le m-iémé itéré du Frobenius relatif $\mathrm{F}_{X/k}$, car le m-iéme itéré du frobenius sur k est l'identité.

On peut montrer que F_X induit un isomorphisme de topos $Sh(X_{et}) \longrightarrow Sh(X_{et})$. Plus precisement il existe pour tout faisceau $\mathcal{F}$ un isomorphisme

$$\mathrm{F}_{\mathcal{F}/X} : \mathcal{F} \longrightarrow \mathrm{F}^*_X(\mathcal{F}).$$

On remarque que si $x \in X(\mathbb{F}_q)$ il induit un endomorphisme de $\mathcal{F}_x$.

On remarque que $\mathrm{F}_{X_{\overline{k}}/\overline{k}}$ est $\mathrm{F}_{X/k} \times \mathrm{id}_{\overline{k}}$. Donc $\mathrm{F}^*_{X_{\overline{k}}/\overline{k}}(p_1^*\mathcal{F}) = p_1^*(\mathrm{F}^*_{X/k}(\mathcal{F}))$ où $p_1 : X_{\overline{k}} \longrightarrow X$ est la projection naturelle. Ainsi on a un isomorphisme

$$p_1^*(\mathrm{F}_{\mathcal{F}/X}) : p_1^*(\mathcal{F}) \longrightarrow p_1^*(\mathrm{F}^*_{X/k}(\mathcal{F})).$$

Pour cela on obtient le Frobenius induit un morphisme

$$\mathrm{F}^* : H^r(X_{\overline{k}}, p_1^*(\mathcal{F})) \longrightarrow H^r(X_{\overline{k}}, \mathrm{F}^*_{X_{\overline{k}/k}} p_1^*(\mathcal{F})) \overset{p_1^*(\mathrm{F}^{-1}_{\mathcal{F}/X})}{\longrightarrow} H^r(X_{\overline{k}}, p_1^*(\mathcal{F}))$$

où la premiere fleche est donnée par fonctorialité.

Théorème 3.1. *(Formule de la Trace de Lefschetz.) Soit X un schéma propre sur $\mathbb{F}_q$ et soit $\mathcal{F}$ un $\mathbb{Q}_l$-faisceau constructible sur X. Alors pour tout m*

$$\sum_{x \in X(\mathbb{F}_q)} Tr(p_1^*({\mathrm{F}^m}^{-1}_{\mathcal{F}/X}), p_1^*(\mathcal{F})_x) = \sum_{i=0}^{2d} (-1)^i Tr((\mathrm{F}^m)^*, H^i(X, \mathbb{Q}_l)).$$

Démonstration. Voir [SGA 4 1/2, Théorème 3.2, Rapport]. ([Pe]). □

On remarque que si $\mathcal{F} = \mathbb{Q}_l$ alors le membre de gauche est exactement le nombre de points de $X(k)$ car $\mathrm{F}^{-1}_{\mathcal{F}/X} = \mathrm{id}$.

3.2. **Preuve.** Pour la Formula de la trace de Lefschetz on a

$$\begin{aligned} Z(X,t) &= \exp(\sum_{m>0} N_m \frac{t^m}{m}) \\ &= \exp(\sum_{m>0} \sum_{i=0}^{2d} (-1)^i Tr((\mathrm{F}^m)^*, H^i(X_{\overline{k}}, \mathbb{Q}_l)) \frac{t^m}{m}) \\ &= \prod_{i=0}^{2d} \exp(\sum_{m>0} (-1)^i Tr((\mathrm{F}^m)^*, H^i(X_{\overline{k}}, \mathbb{Q}_l)) \frac{t^m}{m}). \end{aligned}$$

Pour montrer l'interpretation cohomologique il suffit de montrer le lemma suivant.

Lemme 3.2. *Soit V un espace vectoriel sur un corps k et soit φ un endomorphisme de V. Alors on a*

$$\ln(\det(1-\varphi t|V)) = -\sum_{m>0} Tr(\varphi^m)\frac{t^m}{m}.$$

Démonstration. Si V a dimension 1 alors on a que φ est la multiplication pour un $a \in k$ et donc

$$\begin{aligned}\ln(\det((1-\varphi t)_{|V})) &= \ln(1-at)\\ &= -\sum_{m>0} a^m \frac{t^m}{m}\\ &= -\sum_{m>0} Tr(\varphi^m)\frac{t^m}{m}.\end{aligned}$$

Si V a dimension $n > 1$ alors on choisit une base E de V tel que la matrice associé à E soit triangulier. Soient $a_1, \ldots, a_n$ les éléments sur la diagonal. Alors

$$(\det((1-\varphi t)_{|V}) = \prod_{i=1}^{n}(1-a_i t)$$

et la matrice associé à φ^m a sur la diagonal les éléments $a_1^m, \ldots, a_n^m$.

Donc

$$\begin{aligned}\ln(\det((1-\varphi t)_{|V})) = \ln(\prod_{i=1}^{n}(1-a_i t)) = \sum_{i=1}^{n}(\ln(1-a_i t)) = \sum_{i=1}^{n}(-\sum_{m>0} a_i^m \frac{t^m}{m})\\ = -\sum_{m>0}\sum_{i=1}^{n}(a_i^m)\frac{t^m}{m} = -\sum_{m>0} Tr(\varphi^m)\frac{t^m}{m}.\end{aligned}$$

□

Maintenant on va montrer que les $P_i(t)$ ont coefficients entiers *en supposant l'hypothése de Riemann.*

On vient de montrer que $Z(X,t) \in \mathbb{Q}_l(t)$. Soit B_r le nombre des point fermés de X avec corps residuel d'ordre q^r, i.e. de degré r. On a $N_m = \sum_{r|m} rB_r$ On remarque que

$$\begin{aligned}Z(X,t) &= \exp(\sum_{m>0} N_m \frac{t^m}{m})\\ &= \exp(\sum_{m>0}\sum_{r|m} rB_r \frac{t^m}{m})\\ &= \exp(\sum_{r,i>0} rB_r \frac{t^{ir}}{ir})\\ &= \exp(\sum_{r>0} B_r \sum_i \frac{t^{ir}}{i})\\ &= \exp(\sum_{r>0} -B_r \ln(1-t^r))\\ &= \prod_{r>0} \frac{1}{(1-t^r)^{B_r}}\\ &= \prod_{x\in X, x\text{fermé}} \frac{1}{1-t^{\deg(x)}} \in \mathbb{Z}[[t]]\end{aligned}$$

Donc $Z(X,t) \in \mathbb{Z}[[t]] \cap \mathbb{Q}_l(t)$ qui implique $Z(X,t) \in \mathbb{Q}(t)$ pour le lemma suivant.

Lemme 3.3. *Soit $k \subseteq K$ une extension de corps. Alors*

$$k[[t]] \cap K(t) \subseteq k(t).$$

Démonstration. Soit

$$A_n^{(q)} = \begin{pmatrix} a_n & a_{n+1} & \dots & a_{n+q-1} \\ & \vdots & \vdots & \\ a_{n+q-1} & a_{n+q} & \dots & a_{n+2q-2} \end{pmatrix}$$

et $H_n^{(q)}$ son determinant. Il suffit de montrer que, pour tout corps L, si $f(t) = \sum_{i=0}^{\infty} a_i t^i \in L[[t]]$, alors $f(t) \in L(t)$ si et seulement s'il existent $M > 0$ et $N > 0$ tels que $H_s^{(M)} = 0$ pour tout $s \geq N$. En fait si $f(t) \in k[[t]] \cap K(t)$ alors le discriminant est nulle en K et donc a fortiori en k, qui implique que $f(t) \in k(t)$ On montre maintenant l'assertion faite. On remarque d'abord que $f(t) \in L(t)$ si et seulement s'il existe un polynome $Q(t) = \sum_{i=0}^{m} b_i t^i \in L[t]$ tel que $f(t)Q(t) \in L[t]$. Donc si $f(t) \in L(t)$ alors $H_s^{(M)} = 0$ pour tout $M > m$ et $s > \deg(f(t)Q(t))$.

Suppose maintenant que $H_s^{(M)} = 0$ pour tout $s \geq N$. Bien sur on a aussi que $H_s^{(M')} = 0$ pour tout $M' \geq M$ et $s \geq N$. On peut montrer que pour tout $n \geq 0$ et $q \geq 1$

$$H_{n+2}^{(q)} H_n^{(q)} - H_n^{(q+1)} H_n^{(q-1)} = (H_{n+1}^{(q)})^2. \tag{1}$$

Donc on a que soit $H_s^{(M-1)} \neq 0$ pour tout $s \geq N+1$ soit $H_s^{(M-1)} = 0$ pour tout $s \geq N$. En fait on a que, pour (1), $H_{s+1}^{(M-1)} H_{s-1}^{(M-1)} = (H_s^{(M-1)})^2$ pour tout $s \geq N+1$. Dans le premier cas on que l'espace des solution du systeme lineaire associé à $A_s^{(M)}$ est le même pour tout $s \geq N$ et donc il existe $Q(t)$ tel que $f(t)Q(t) \in L[t]$. Dans le deuxieme cas on peut remplacer M avec le plus petit entier strictement positif $\tilde{M}$, s'il existe, tel que $H_s^{(\tilde{M})} = 0$ pour tout $s \geq N+1$ et $H_s^{(\tilde{M}-1)} \neq 0$ pour tout $s \geq N+1$. Si tel $\tilde{M}$ n'exist pas alors $H_s^{(0)} = 0$ pour tout $s \geq N+1$ et donc $f(t) \in L[t]$. □

Soient $P(t), Q(t) \in \mathbb{Z}[t]$ premiers entre eux tels que $P(t)/Q(t) = f(t)$. En fait on voit que car le term constant de f est 1 alors forcement le terme constant de $P(t)$ et $Q(t)$ est 1 ou -1. Et on peut supposer qu'il est positif. On a montré que

$$Z(X,t) = \frac{P_1(X,t) \cdots P_{2d-1}(X,t)}{P_0(X,t) \cdots P_{2d}(X,t)}.$$

Car les P_i sont premiers entre eux pour l'hypothése de Riemann alors on a que

$$P(t) = P_1(X,t) \cdots P_{2d-1}(X,t)$$

et

$$Q(t) = P_0(X,t) \cdots P_{2d}(X,t).$$

Soit K le sous-corps d'une clôture algébrique de $\mathbb{Q}_l$ engéndré sur $\mathbb{Q}$ par les racines de $R(t) = P(t)Q(t)$. Alors les racines de $P_i(t)$ sont celles racines de $R(t)$ ayants la propriété que tous leur conjugués complexes sont de valeur absolue $q^{-i/2}$. Cet ensemble est stable par $Gal(K/\mathbb{Q})$ et donc les $P_i(t) \in \mathbb{Q}[t]$. En effet, pour le Lemme de Gauss ils ont les coefficients dans $\mathbb{Z}$. En particulier le polynome $P_i(t)$ est independent de l, car ses racines sont independent de l (ils sont zero et poles de $Z(X,t)$).

Finalement on remarque que $H^0(X_{\bar{k}}, \mathbb{Q}_l) \simeq \mathbb{Q}_l$ et que il Frobenius est l'identité sur $\mathbb{Q}_l$. On a que F agit comme multiplication par q^d sur $H^{2d}(X_{\bar{k}}, \mathbb{Q}_l) \simeq \mathbb{Q}_l(-d)$. Donc $P_0(t) = 1 - t$ et $P_{2d}(t) = 1 - q^d t$.

3.3. **Interpretation cohomologique fonctions L.** Soit X une variété propre algébrique sur $\mathbb{F}_q$ et $\mathcal{F}$ un $\mathbb{Q}_l$-faisceau constructible sur $\mathbb{F}_q$. Soit x un point fermé de x alors on va definir F_x comme l'endomorphism $\mathrm{F}_y^{\deg(x)} : \mathcal{F}_y \longrightarrow \mathcal{F}_y$, où y est un point fermé de $X_{\overline{k}}$ la même orbite de x par $\mathrm{F}_{X_{\overline{k}}/\overline{k}}$. On montre que cette définition ne depende pas de y.

Définition 3.4. On appélle fonction L la fonction

$$Z(X,\mathcal{F},t) = \prod_{x\in X, x \text{ fermé}} \det(1-\mathrm{F}_x^* \, t^{deg(x)}, \mathcal{F}_x)^{-1}$$

La fonction $Z(X,t)$ est le cas particulier $\mathcal{F} = \mathbb{Q}_l$. On aussi pour les fonctions L une interpretation cohomologique dont la preuve est similaire au cas de la fonction Z.

Proposition 3.5. *En utilisant le notations precedents on a*

$$Z(X,\mathcal{F},t) = \prod_{i=1}^{2d} \det(1-\mathrm{F}^* \, t, H^i(X,\mathcal{F}))^{(-1)^{i+1}}.$$

4. Preuve de l'Équation fonctionelle

4.1. **Dualité de Poincaré.**

Théorème 4.1. *(Dualité de Poincaré) Soit X une varieté propre et lisse purement de dimension n sur un corps algèbriquement clos k. Alors il existe une dualité parfaite*

$$H^i(X,\mathbb{Q}_l) \otimes H^{2n-i}(X,\mathbb{Q}_l) \xrightarrow{\cup} H^{2d}(X,\mathbb{Q}_l) \overset{\eta(X)}{\simeq} \mathbb{Q}_l(-n).$$

Démonstration. Voir [Mi, Cor. VI 11.2] ([Ca2]). □

4.2. **Preuve.** On a que F agit comme multiplication par q^d sur $H^{2d}(X_{\bar{k}},\mathbb{Q}_l)$, car celui-là est isomorphe à $\mathbb{Q}_l(-d)$.

Bien sur on a que x est vecteur propre de valeur propre α de $(\mathrm{F}^*, H^{2d-i}(X_{\bar{k}})$ si et seulement si tout y tel que $x\cup y \neq 0$ est vector propre de $(\mathrm{F}^*, H^{2d-i}(X_{\bar{k}})$ de valeur propre α. De plus pour fonctorialité on a que, si x est un vector propre de $(\mathrm{F}^*, H^i(X_{\bar{k}},\mathbb{Q}_l))$ de valeur propre α_i alors, si $x\cup y \neq 0$, y est un vector propre de $(\mathrm{F}^*, H^{2d-i}(X_{\bar{k}},\mathbb{Q}_l))$ de valuer propre q^d/α_i. En fait, si F_* est l'endomorphisme de $H^{2d-i}(X_{\bar{k}},\mathbb{Q}_l)$ obtenu par dualité à partir de $(\mathrm{F}^*, H^{2d-i}(X_{\bar{k}},\mathbb{Q}_l))$,

$$\eta_{X_{\bar{k}}}(x\cup \mathrm{F}_*\,\mathrm{F}^*\,y)) = \eta_{X_{\bar{k}}}(\mathrm{F}^*\,x\cup \mathrm{F}^*\,y) = \eta_{X_{\bar{k}}}(\mathrm{F}^*(x\cup y)) = \eta_{X_{\bar{k}}}(q^d(x\cup y)) = \eta_{X_{\bar{k}}}(x\cup q^d y).$$

Donc $\mathrm{F}_*\,\mathrm{F}^*\,y = q^d y$, qui implique que F^* et F_* sont inversibles et y est un vecteur propre de valeur propre q^d/α_i. Ainsi si $P_i(t) = \prod_{k=1}^{r_i}(1-\alpha_{ik}t)$ alors $P_{2d-i} = \prod_{k=1}^{r_i}(1-\frac{q^d}{\alpha_{ik}}t)$, oú r_i est le degré de P_i (qui est égal au degré de P_{2d-i}).

Ainsi

$$P_{2d-i}(1/q^d t) = \prod_{k=1}^{r_i}(1-\frac{q^d}{\alpha_{ik}}\frac{1}{t})(-1)^{r_i}(\prod_{k=1}^{r_i}\alpha_{ik})^{-1}t^{-r_i}P_i(t)$$

et

$$P_i(1/q^d t) = \prod_{k=1}^{r_i}(1-\frac{\alpha_{ik}}{q^d t})(-1)^{r_i}(\prod_{k=1}^{r_i}\alpha_{ik})(q^d t)^{-r_i}P_{2d-i}(t)$$

Finalement on a

$$\begin{aligned} Z(X,1/q^d t) &= (\prod_{i\neq d} P_i(1/q^d t)P_{2d-i}(1/q^d t))^{(-1)^{i+1}/2}P_d(1/q^d t) \\ &= (\prod_{i\neq d}(q^d t^2)^{-r_i}P_i(t)P_{2d-i}(t))^{(-1)^{i+1}/2}(-1)^{r_d}(\prod_{k=1}^{r_d}\alpha_{dk})(q^d t)^{-r_d}P_d(t)^{(-1)^{d+1}} \end{aligned}$$

Car pour l'hypothése de Riemann $\prod_{k=1}^{r_d} \alpha_{dk} = \pm q^{dr_d/2}$ alors on a que

$$Z(X, 1/q^d t) = (-1)^{r_d+\mu} q^{d\chi(X_{\overline{k}})/2} t^{\chi(X_{\overline{k}})} Z(X, t).$$

où μ est le nombre de valeurs propres de $(\mathrm{F}^*, H^d(X_{\overline{k}}, \mathbb{Q}_l))$ égales á $-q^{d/2}$.

5. Preuve de l'interprétation topologique

Théorème 5.1. *Soit X_0 une variété propre et lisse sur un corps algébriquement clos relévable à une variéte propre et lisse X_1 sur un a.v.d. R de caractéristique 0. Si $K = Frac(R)$, alors pour, tout faisceau constant tordu constructible $\mathcal{F}$ sur X_1, $H^r(X_0, \mathcal{F}_{|X_0}) \simeq H^r((X_1)_{\overline{K}}, \mathcal{F}_{|(X_1)_{\overline{K}}})$.*

Démonstration. C'est une consequence du théorème de changemente de base propre et lisse. Voir [Mi, VI Cor. 4.2] ([Ca]). □

Théorème 5.2. *Soit X une variété lisse sur un corps de caractéristique 0. Alors, pour tout $\mathbb{Q}_l$-faisceau constant tordu constructible $\mathcal{F}$, $H^r(X, \mathcal{F}) \simeq H^r(X_{an}, \mathcal{F})$*

Démonstration. Voir [SGA 4, exposé XI] ([Br]). □

On va appliquer les théorème precedents avec $\mathcal{F} = \mathbb{Q}_l$. On remarque que $\deg_{P_i} = \dim_{\mathbb{Q}_l} H^i(X, \mathbb{Q}_l)$.

Références

[Br] S. Brochard, *Comparaison Cohomologie Betti/ Cohomologie l-adique*, Arivaf 4 : Cohomologie l-adique, exposé 5.

[Ca] A. Cadoret, *Changement de base lisse*, Arivaf 2 : Cohomologie étale, exposé 9.

[Ca2] A. Cadoret, *La Cohomologie l-adique est une cohomologie de Weil*, Arivaf 4 : Cohomologie l-adique, exposé 3.

[De] P. Deligne P, *La conjecture de Weil I*, PUBL. IHES **43** (1974), 273–307.

[Mi] J. S. Milne , *Étale cohomology*, Princeton University Press, 1980.

[Pe] C. Pépin, *La formule des traces de Lefschetz-Verdier*, Arivaf 4 : Cohomologie l-adique, exposé 4.

[SGA 4] Artin, M., A. Grothendieck, J.-L. Verdier *Théorie des topos et cohomologie étale des schémas*, 1963–1964, Lecture Notes in Mathematics 269, 270 and 305, 1972/3

[SGA 4 1/2] P. Deligne et al., *Cohomologie étale*, Lecture Notes Math. **569**, Springer, 1977.

[To] D. Tossici *Faisceux l-adiques*, Arivaf 4 Cohomologie l-adique, exposé 1.