Les estimées de décorrélations pour le modèle aléatoire dans le régime localisé

Trịnh Tuấn Phong
thèse encadrée par Frédéric Klopp

Laboratoire Analyse, Géométrie et Applications

08 mars 2012

Soutenances à mi-parcours des doctorants année 2011-2012
LAGA, Université de Paris 13

Considérons H_ω, un opérateur $\mathbb{Z}^d-$ergodique dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$.
Soit Σ son spectre presque sûr de H_ω.

- La densité d'états intégrée (D.E.I) i.e.,

$$N(E) := \lim_{|\Lambda| \to +\infty} \frac{\{\text{v.ps de } H_\omega(\Lambda) \text{ plus petites que E}\}}{|\Lambda|} \text{ for all } E$$

  où $H_\omega(\Lambda)$ est l'opérateur H_ω restreint à un cube Λ sous des cond. périodiques.
- De plus, on suppose que la fonction $N(E)$ possède une dérivée distributionelle $\nu(E)$ appellé la densité d'états de H_ω.

Considérons H_ω, un opérateur $\mathbb{Z}^d-$ergodique dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$.
Soit Σ son spectre presque sûr de H_ω.

- La densité d'états intégrée (D.E.I) i.e.,

$$N(E) := \lim_{|\Lambda|\to+\infty} \frac{\{\text{v.ps de } H_\omega(\Lambda) \text{ plus petites que E}\}}{|\Lambda|} \text{ for all } E$$

  où $H_\omega(\Lambda)$ est l'opérateur H_ω restreint à un cube Λ sous des cond. périodiques.
- De plus, on suppose que la fonction $N(E)$ possède une dérivée distributionelle $\nu(E)$ appellé la densité d'états de H_ω.

- Modèle d'Anderson discret dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$H_\omega = -\Delta + V_\omega$$

où

$$-\Delta u(n) = \sum_{|m-n|_1=1} u_m$$

et

$$V_\omega u(n) = \omega_n u_n$$

où la suite ω_n est une suite des variables aléatoires i.i.d.

- Modèle de tight-binding dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$(Mu)(x) = \sum_{\substack{y\in\mathbb{Z}^d : |y-x|_1=1 \\ e=\{x,y\}}} \gamma(e)(u(x)-u(y))$$

pour $x \in \mathbb{Z}^d$, où $e = \{x, y\}$ est une arête non-orientée telle que $|y-x|_1 = \sum_{k=1}^d |x_k - y_k| = 1$. On suppose que $\gamma(e)$, indexés par des arêtes non-orientées $e = \{x, y\}$, sont v.a's i.i.d.

- Modèle d'Anderson discret dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$H_\omega = -\Delta + V_\omega$$

où

$$-\Delta u(n) = \sum_{|m-n|_1=1} u_m$$

et

$$V_\omega u(n) = \omega_n u_n$$

où la suite ω_n est une suite des variables aléatoires i.i.d.

- Modèle de tight-binding dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$(Mu)(x) = \sum_{\substack{y\in\mathbb{Z}^d:|y-x|_1=1 \\ e=\{x,y\}}} \gamma(e)(u(x)-u(y))$$

pour $x \in \mathbb{Z}^d$, où $e = \{x, y\}$ est une arête non-orientée telle que $|y-x|_1 = \sum_{k=1}^{d} |x_k - y_k| = 1$. On suppose que $\gamma(e)$, indexés par des arêtes non-orientées $e = \{x, y\}$, sont v.a's i.i.d.

- Modèle d'Anderson discret dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$H_\omega = -\Delta + V_\omega$$

où

$$-\Delta u(n) = \sum_{|m-n|_1=1} u_m$$

et

$$V_\omega u(n) = \omega_n u_n$$

où la suite ω_n est une suite des variables aléatoires i.i.d.

- Modèle de tight-binding dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$(Mu)(x) = \sum_{\substack{y\in\mathbb{Z}^d:|y-x|_1=1 \\ e=\{x,y\}}} \gamma(e)(u(x)-u(y))$$

pour $x \in \mathbb{Z}^d$, où $e = \{x, y\}$ est une arête non-orientée telle que $|y - x|_1 = \sum_{k=1}^{d} |x_k - y_k| = 1$. On suppose que $\gamma(e)$, indexés par des arêtes non-orientées $e = \{x, y\}$, sont v.a's i.i.d.

- Modèle d'Anderson discret dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$H_\omega = -\Delta + V_\omega$$

où

$$-\Delta u(n) = \sum_{|m-n|_1=1} u_m$$

et

$$V_\omega u(n) = \omega_n u_n$$

où la suite ω_n est une suite des variables aléatoires i.i.d.

- Modèle de tight-binding dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$(Mu)(x) = \sum_{\substack{y \in \mathbb{Z}^d : |y-x|_1=1 \\ e=\{x,y\}}} \gamma(e)(u(x) - u(y))$$

pour $x \in \mathbb{Z}^d$, où $e = \{x, y\}$ est une arête non-orientée telle que $|y - x|_1 = \sum_{k=1}^d |x_k - y_k| = 1$. On suppose que $\gamma(e)$, indexés par des arêtes non-orientées $e = \{x, y\}$, sont v.a's i.i.d.

- Modèle d'Anderson discret dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$H_\omega = -\Delta + V_\omega$$

où

$$-\Delta u(n) = \sum_{|m-n|_1=1} u_m$$

et

$$V_\omega u(n) = \omega_n u_n$$

où la suite ω_n est une suite des variables aléatoires i.i.d.

- Modèle de tight-binding dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$(Mu)(x) = \sum_{\substack{y\in\mathbb{Z}^d:|y-x|_1=1\\ e=\{x,y\}}} \gamma(e)(u(x)-u(y))$$

pour $x \in \mathbb{Z}^d$, où $e = \{x, y\}$ est une arête non-orientée telle que $|y-x|_1 = \sum_{k=1}^{d} |x_k - y_k| = 1$. On suppose que $\gamma(e)$, indexés par des arêtes non-orientées $e = \{x, y\}$, sont v.a's i.i.d.

- Modèle d'Anderson discret dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$H_\omega = -\Delta + V_\omega$$

où

$$-\Delta u(n) = \sum_{|m-n|_1=1} u_m$$

et

$$V_\omega u(n) = \omega_n u_n$$

où la suite ω_n est une suite des variables aléatoires i.i.d.

- Modèle de tight-binding dans $l^2(\mathbb{Z}^d)$:

$$(Mu)(x) = \sum_{\substack{y\in\mathbb{Z}^d:|y-x|_1=1\\ e=\{x,y\}}} \gamma(e)(u(x)-u(y))$$

pour $x \in \mathbb{Z}^d$, où $e = \{x, y\}$ est une arête non-orientée telle que $|y-x|_1 = \sum_{k=1}^d |x_k - y_k| = 1$. On suppose que $\gamma(e)$, indexés par des arêtes non-orientées $e = \{x, y\}$, sont v.a's i.i.d.

Soit I un intervalle compact dans $\mathbb{R}$.

- (W) une estimée de Wegner, i.e., pour $J \subset I$,

$$\mathbb{P}\big(\{\sigma(H_\omega(\Lambda)) \cap J \neq \emptyset\}\big) \leqslant C|J||\Lambda|$$

où $\sigma(H)$ est le spectre de l'opérateur H.

- (M) une estimée de Minami i.e., pour $J \subset I$,

$$\mathbb{E}\big[tr(1_J(H_\omega(\Lambda))) \cdot (tr(1_I(H_\omega(\Lambda)) - 1))\big] \leqslant C|J||I||\Lambda|^2.$$

Conséquence: $\mathbb{P}\big(\#\{\sigma(H_\omega(\Lambda)) \cap J\} \geqslant 2\big) \leqslant C(|J||\Lambda|)^2$.

Soit I un intervalle compact dans $\mathbb{R}$.

- (W) une estimée de Wegner, i.e., pour $J \subset I$,

$$\mathbb{P}\big(\{\sigma(H_\omega(\Lambda)) \cap J \neq \emptyset\}\big) \leqslant C|J||\Lambda|$$

où $\sigma(H)$ est le spectre de l'opérateur H.

- (M) une estimée de Minami i.e., pour $J \subset I$,

$$\mathbb{E}\big[tr(1_J(H_\omega(\Lambda))) \cdot (tr(1_I(H_\omega(\Lambda)) - 1)))\big] \leqslant C|J||I||\Lambda|^2.$$

Conséquence: $\mathbb{P}(\#\{\sigma(H_\omega(\Lambda)) \cap J\} \geqslant 2) \leqslant C(|J||\Lambda|)^2$.

Soit I un intervalle compact dans $\mathbb{R}$.

- (W) une estimée de Wegner, i.e., pour $J \subset I$,

$$\mathbb{P}\big(\{\sigma(H_\omega(\Lambda)) \cap J \neq \emptyset\}\big) \leqslant C|J||\Lambda|$$

où $\sigma(H)$ est le spectre de l'opérateur H.

- (M) une estimée de Minami i.e., pour $J \subset I$,

$$\mathbb{E}\big[tr(1_J(H_\omega(\Lambda))) \cdot (tr(1_I(H_\omega(\Lambda)) - 1)))\big] \leqslant C|J||I||\Lambda|^2.$$

Conséquence: $\mathbb{P}\big(\#\{\sigma(H_\omega(\Lambda)) \cap J\} \geqslant 2\big) \leqslant C(|J||\Lambda|)^2$.

Un intervalle I est dans le régime localisé ssi le spectre de H_ω dans I est purement ponctuel et les fonctions propres associées sont exp. déc.

Theorem

(Loc): *Il existe* $\nu > 0$ *tel que pour tout* $p > 0$, *il existe* $q > 0$ *et* $L_0 > 0$ *tels que, pour* $L \geqslant L_0$, *avec une prob. supérieure à* $1 - L^{-p}$, *si*

1. $\varphi_{n,\omega}$ *est un vecteur propre normalisé de* $H_\omega(\Lambda_L)$ *associé à* $E_{n,\omega} \in I$,
2. $x_{n,\omega} \in \Lambda_L$ *est un maximum de* $x \mapsto |\varphi_{n,\omega}(x)|$ *dans* Λ_L,

Alors, pour $x \in \Lambda_L$, *on a*

$$|\varphi_{n,\omega}(x)| \leqslant L^q e^{-\nu|x-x_{n,\omega}|}.$$

The point $x_{n,\omega}$ *est appelé un centre de localisation de* $\varphi_{n,\omega}$ *ou* $E_{n,\omega}$.

Un intervalle I est dans le régime localisé ssi le spectre de H_ω dans I est purement ponctuel et les fonctions propres associées sont exp. déc.

Theorem

(Loc): Il existe $\nu > 0$ tel que pour tout $p > 0$, il existe $q > 0$ et $L_0 > 0$ tels que, pour $L \geqslant L_0$, avec une prob. supérieure à $1 - L^{-p}$, si

1. *$\varphi_{n,\omega}$ est un vecteur propre normalisé de $H_\omega(\Lambda_L)$ associé à $E_{n,\omega} \in I$,*
2. *$x_{n,\omega} \in \Lambda_L$ est un maximum de $x \mapsto |\varphi_{n,\omega}(x)|$ dans Λ_L,*

Alors, pour $x \in \Lambda_L$, on a

$$|\varphi_{n,\omega}(x)| \leqslant L^q e^{-\nu|x-x_{n,\omega}|}.$$

The point $x_{n,\omega}$ est appelé un centre de localisation de $\varphi_{n,\omega}$ ou $E_{n,\omega}$.

Soit $\Lambda = [-L, L]^d$ un cube dans $\mathbb{Z}^d$, et E une énergie dans I.
Supposons que $E_1(\omega, \Lambda) \leqslant E_2(\omega, \Lambda) \leqslant \cdots \leqslant E_N(\omega, \Lambda)$ les valeurs propres de $H_\omega(\Lambda)$.

- Niveaux renormalisées en E :

$$\xi_n(E, \omega, \Lambda) = |\Lambda| \nu(E)(E_n(\omega, \Lambda) - E).$$

- Le processus ponctuel:

$$\Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda) = \sum_{n=1}^{|\Lambda|} \delta_{\xi_n}(E, \omega, \Lambda)(\xi).$$

Theorem

(Molchanov, Minami, Combes-Germinet-Klein, Germinet-Klopp) Supposons (W), (M), (Loc). Soit E dans le régime localisé I t.q. $\nu(E) > 0$.
Quand $|\Lambda| \to +\infty, \Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda)$ converge faiblement vers un processus de Poisson sur $\mathbb{R}^d$ de densité de la mesure de Lebesgue.

Statistique locale des niveaux

Soit $\Lambda = [-L, L]^d$ un cube dans $\mathbb{Z}^d$, et E une énergie dans I.
Supposons que $E_1(\omega,\Lambda) \leqslant E_2(\omega,\Lambda) \leqslant \cdots \leqslant E_N(\omega,\Lambda)$ les valeurs propres de $H_\omega(\Lambda)$.

- Niveaux renormalisées en E :

$$\xi_n(E,\omega,\Lambda) = |\Lambda|\nu(E)(E_n(\omega,\Lambda) - E).$$

- Le processus ponctuel:

$$\Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda) = \sum_{n=1}^{|\Lambda|} \delta_{\xi_n}(E,\omega,\Lambda)(\xi).$$

Theorem

(Molchanov, Minami, Combes-Germinet-Klein, Germinet-Klopp) Supposons (W), (M), (Loc). Soit E dans le régime localisé I t.q. $\nu(E) > 0$.
Quand $|\Lambda| \to +\infty, \Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda)$ converge faiblement vers un processus de Poisson sur $\mathbb{R}^d$ de densité de la mesure de Lebesgue.

Statistique locale des niveaux

Soit $\Lambda = [-L, L]^d$ un cube dans $\mathbb{Z}^d$, et E une énergie dans I.
Supposons que $E_1(\omega, \Lambda) \leqslant E_2(\omega, \Lambda) \leqslant \cdots \leqslant E_N(\omega, \Lambda)$ les valeurs propres de $H_\omega(\Lambda)$.

- Niveaux renormalisées en E :

$$\xi_n(E, \omega, \Lambda) = |\Lambda| \nu(E)(E_n(\omega, \Lambda) - E).$$

- Le processus ponctuel:

$$\Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda) = \sum_{n=1}^{|\Lambda|} \delta_{\xi_n}(E, \omega, \Lambda)(\xi).$$

Theorem

(Molchanov, Minami, Combes-Germinet-Klein, Germinet-Klopp) Supposons (W), (M), (Loc). Soit E dans le régime localisé I t.q. $\nu(E) > 0$.
Quand $|\Lambda| \to +\infty, \Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda)$ converge faiblement vers un processus de Poisson sur $\mathbb{R}^d$ de densité de la mesure de Lebesgue.

Soit $\Lambda = [-L, L]^d$ un cube dans $\mathbb{Z}^d$, et E une énergie dans I.
Supposons que $E_1(\omega, \Lambda) \leqslant E_2(\omega, \Lambda) \leqslant \cdots \leqslant E_N(\omega, \Lambda)$ les valeurs propres de $H_\omega(\Lambda)$.

- Niveaux renormalisées en E :

$$\xi_n(E, \omega, \Lambda) = |\Lambda| \nu(E)(E_n(\omega, \Lambda) - E).$$

- Le processus ponctuel:

$$\Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda) = \sum_{n=1}^{|\Lambda|} \delta_{\xi_n}(E, \omega, \Lambda)(\xi).$$

Theorem

(Molchanov, Minami, Combes-Germinet-Klein, Germinet-Klopp) Supposons (W), (M), (Loc). Soit E dans le régime localisé I t.q. $\nu(E) > 0$.
Quand $|\Lambda| \to +\infty, \Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda)$ converge faiblement vers un processus de Poisson sur $\mathbb{R}^d$ de densité de la mesure de Lebesgue.

Statistique local des niveaux

Considérons deux limites de $\Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda), \Sigma(\xi, E', \omega, \Lambda)$ pour $E \neq E'$.

- Sont-elles indépendantes? C'est à dire, quand $|\Lambda| \to +\infty$, deux processus dessus convergent faiblement à deux processus de Poisson indépendantes?
- Oui pour le modèle d'Anderson discret (F.Klopp, Comm. Math. Phys. (2011)).
- L'estimée de décorrélation:

Theorem

Pour $\alpha \in (0,1)$ et $\{E, E'\} \in I$ t.q. $E \neq E'$, quand $I \approx L^\alpha$, on a

$$\mathbb{P}\left(\begin{Bmatrix} \sigma(H_\omega(\Lambda_l)) \cap (E + L^{-d}(-1,1)) \neq \emptyset \\ \sigma(H_\omega(\Lambda_l)) \cap (E' + L^{-d}(-1,1)) \neq \emptyset \end{Bmatrix} \right) \leqslant o((l/L)^d).$$

Considérons deux limites de $\Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda), \Sigma(\xi, E', \omega, \Lambda)$ pour $E \neq E'$.

- Sont-elles indépendantes? C'est à dire, quand $|\Lambda| \to +\infty$, deux processus dessus convergent faiblement à deux processus de Poisson indépendantes?
- Oui pour le modèle d'Anderson discret (F.Klopp, Comm. Math. Phys. (2011)).
- L'estimée de décorrélation:

Theorem

Pour $\alpha \in (0,1)$ et $\{E, E'\} \in I$ t.q. $E \neq E'$, quand $l \approx L^\alpha$, on a

$$\mathbb{P}\left(\begin{Bmatrix} \sigma(H_\omega(\Lambda_l)) \cap (E + L^{-d}(-1,1)) \neq \emptyset \\ \sigma(H_\omega(\Lambda_l)) \cap (E' + L^{-d}(-1,1)) \neq \emptyset \end{Bmatrix} \right) \leqslant o((l/L)^d).$$

Considérons deux limites de $\Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda), \Sigma(\xi, E', \omega, \Lambda)$ pour $E \neq E'$.

- Sont-elles indépendantes? C'est à dire, quand $|\Lambda| \to +\infty$, deux processus dessus convergent faiblement à deux processus de Poisson indépendantes?
- Oui pour le modèle d'Anderson discret (F.Klopp, Comm. Math. Phys. (2011)).
- L'estimée de décorrélation:

Theorem

Pour $\alpha \in (0,1)$ et $\{E, E'\} \in I$ t.q. $E \neq E'$, quand $l \approx L^\alpha$, on a

$$\mathbb{P}\left(\begin{Bmatrix} \sigma(H_\omega(\Lambda_l)) \cap (E + L^{-d}(-1,1)) \neq \emptyset \\ \sigma(H_\omega(\Lambda_l)) \cap (E' + L^{-d}(-1,1)) \neq \emptyset \end{Bmatrix} \right) \leqslant o((l/L)^d).$$

Considérons deux limites de $\Sigma(\xi, E, \omega, \Lambda), \Sigma(\xi, E', \omega, \Lambda)$ pour $E \neq E'$.

- Sont-elles indépendantes? C'est à dire, quand $|\Lambda| \to +\infty$, deux processus dessus convergent faiblement à deux processus de Poisson indépendantes?
- Oui pour le modèle d'Anderson discret (F.Klopp, Comm. Math. Phys. (2011)).
- L'estimée de décorrélation:

Theorem

Pour $\alpha \in (0,1)$ et $\{E, E'\} \in I$ t.q. $E \neq E'$, quand $l \approx L^\alpha$, on a

$$\mathbb{P}\left(\begin{Bmatrix} \sigma(H_\omega(\Lambda_l)) \cap (E + L^{-d}(-1,1)) \neq \emptyset \\ \sigma(H_\omega(\Lambda_l)) \cap (E' + L^{-d}(-1,1)) \neq \emptyset \end{Bmatrix} \right) \leqslant o((l/L)^d).$$

Considerons le modèle de tight-binding en dimension 1.

Theorem

Soient $E \neq E'$, *t.q.* $\nu(E) > 0,\ \nu(E') > 0$.
Quand $|\Lambda| \to +\infty$, *deux processus de points* $\Sigma(E, \omega, \Lambda)$, *et* $\Sigma(E', \omega, \Lambda)$ *convergent faiblement vers deux processus de Poisson indépendants i.e., pour* $U_+ \subset \mathbb{R}$ *et* $U_- \subset \mathbb{R}$ *intervalles compacts et* $\{k_+, k_-\} \in \mathbb{N}^2$, *on a*

$$\mathbb{P}\left\{\begin{array}{ll}\#\{j; \xi_j(E,\omega,\Lambda) \in U_+\} & = k_+ \\ \#\{j; \xi_j(E',\omega,\Lambda) \in U_-\} & = k_-\end{array}\right\} \xrightarrow[\Lambda \to \mathbb{Z}^d]{} e^{-|U_+|}\frac{|U_+|^{k_+}}{k_+!}e^{-|U_-|}\frac{|U_-|^{k_-}}{k_-!}.$$

Theorem

Soit $E_0 \in I$ *tel que la densité d'états* ν *est positive et cont. au vois. de* E_0.
Considérons deux suites des énergies, comme $(E_\Lambda)_\Lambda$, $(E'_\Lambda)_\Lambda$ *telles que*

1. $E_\Lambda \xrightarrow[\Lambda \to \mathbb{Z}^d]{} E_0$ *and* $E'_\Lambda \xrightarrow[\Lambda \to \mathbb{Z}^d]{} E_0$,
2. $|\Lambda||N(E_\Lambda) - N(E'_\Lambda)| \xrightarrow[\Lambda \to \mathbb{Z}^d]{} +\infty$.

Alors, les processus de points $\Sigma(\xi, E_\Lambda, \omega, \Lambda)$ *et* $\Sigma(\xi, E'_\Lambda, \omega, \Lambda)$ *convergent faiblement vers deux processus de Poisson indépendants.*

Les résultats dans le cas 1D

Considerons le modèle de tight-binding en dimension 1.

Theorem

Soient $E \neq E'$, t.q. $\nu(E) > 0$, $\nu(E') > 0$.
Quand $|\Lambda| \to +\infty$, deux processus de points $\Sigma(E,\omega,\Lambda)$, et $\Sigma(E',\omega,\Lambda)$ convergent faiblement vers deux processus de Poisson indépendants i.e., pour $U_+ \subset \mathbb{R}$ et $U_- \subset \mathbb{R}$ intervalles compacts et $\{k_+, k_-\} \in \mathbb{N}^2$, on a

$$\mathbb{P}\left\{\begin{array}{ll} \#\{j;\xi_j(E,\omega,\Lambda) \in U_+\} & = k_+ \\ \#\{j;\xi_j(E',\omega,\Lambda) \in U_-\} & = k_- \end{array}\right\} \xrightarrow[\Lambda\to\mathbb{Z}^d]{} e^{-|U_+|}\frac{|U_+|^{k_+}}{k_+!}e^{-|U_-|}\frac{|U_-|^{k_-}}{k_-!}.$$

Theorem

Soit $E_0 \in I$ tel que la densité d'états ν est positive et cont. au vois. de E_0.
Considérons deux suites des énergies, comme $(E_\Lambda)_\Lambda$, $(E'_\Lambda)_\Lambda$ telles que

1. $E_\Lambda \xrightarrow[\Lambda\to\mathbb{Z}^d]{} E_0$ *and* $E'_\Lambda \xrightarrow[\Lambda\to\mathbb{Z}^d]{} E_0$,
2. $|\Lambda||N(E_\Lambda) - N(E'_\Lambda)| \xrightarrow[\Lambda\to\mathbb{Z}^d]{} +\infty$.

Alors, les processus de points $\Sigma(\xi, E_\Lambda, \omega, \Lambda)$ et $\Sigma(\xi, E'_\Lambda, \omega, \Lambda)$ convergent faiblement vers deux processus de Poisson indépendants.

Continues

- Le cas multi-dimensionel pour le modèle de tight-binding.
- L'estimée de décorrélation associée à trois ou plus énergies distinctes.

Références

[1] Michael Aizenman, Jeffrey H.Schenker, Roland M. Friedrich, and Dirk Hundertmark. *Finite-volume fractional-moment criteria for Anderson localization*, Comm. Math. Phys., 224(1):219-253, 2001. Dedicated to Joel L. Lebowitz.

[2] Dong Miao, *Eigenvalue statistics for lattice Hamiltonian of off-diagonal disoder* , J. Stat. Phys (2011), 143: 509–522 DOI 10.1007/s10955-011-0190-2.

[3] Frédéric Klopp, *Decorrelation estimates for the eigenvalues of the discrete Anderson model in the localized regime*, Comm. Math. Phys. Vol. 303, pp. 233-260 (2011).

[4] Trinh Tuan Phong, *The decorrelation estimates for a 1D tight-binding model in the localized regime* (in preparation).