



SOPHiA  
GENETICS®

# Etude GWAS

David Cox BS MS PhD  
Février, 2018

# Notre Génome

Selon une étude de l'Université de Cambridge, l'ordre des lettres dans un mot n'a pas d'importance, la seule chose importante est que la première et la dernière soit à la bonne place. Le reste peut être dans un désordre total et vous pouvez toujours lire sans problème. C'est parce que le cerveau humain ne lit pas chaque lettre elle-même mais le mot comme un tout.

# Notre Génome

Selon une étude de l'Université de Cambridge, l'ordre des lettres dans un mot n'a pas d'importance, la seule chose importante est que la première et la dernière soit à la bonne place. Le reste peut être dans un désordre total et vous pouvez toujours lire sans problème. C'est parce que le cerveau humain ne lit pas chaque lettre elle-même mais le mot comme un tout.



# Notre Génome

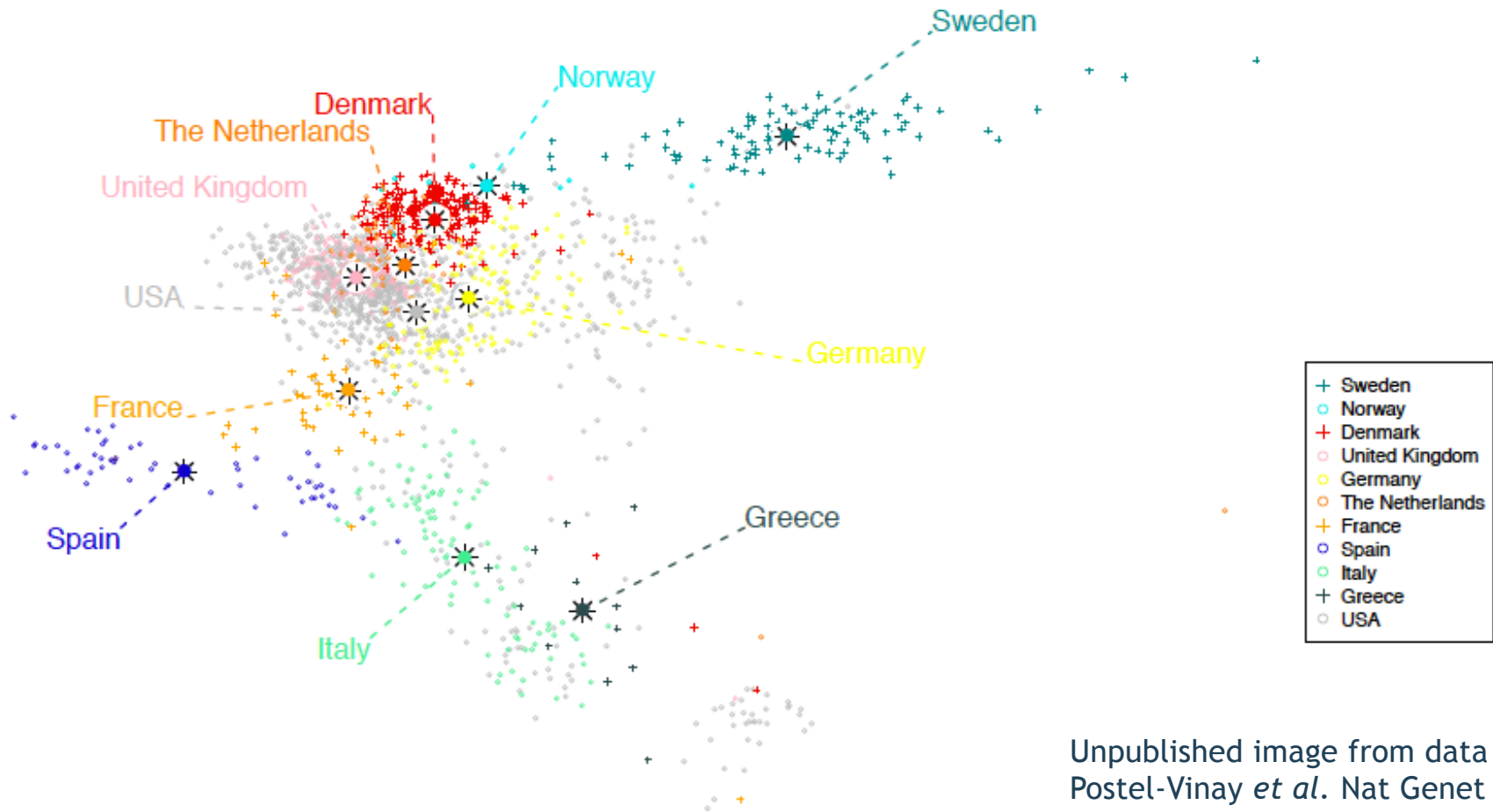
Selon une étude de l'Université de Cambridge, l'ordre des lettres dans un mot n'a pas d'importance, la seule chose importante est que la première et la dernière soit à la bonne place. Le reste peut être dans un désordre total et vous pouvez toujours lire sans problème. C'est parce que le cerveau humain ne lit pas chaque lettre elle-même mais le mot comme un tout.



La complétion du « Human Genome Project » nous permet d'exploiter la variabilité dans notre génome - des études pan-génomiques ou GWAS

IHGSC *Nature* 2001  
Ventner et al. *Science* 2001

# Puissance des GWAS



Unpublished image from data in  
Postel-Vinay *et al.* Nat Genet 2012

# Etudes GWAS



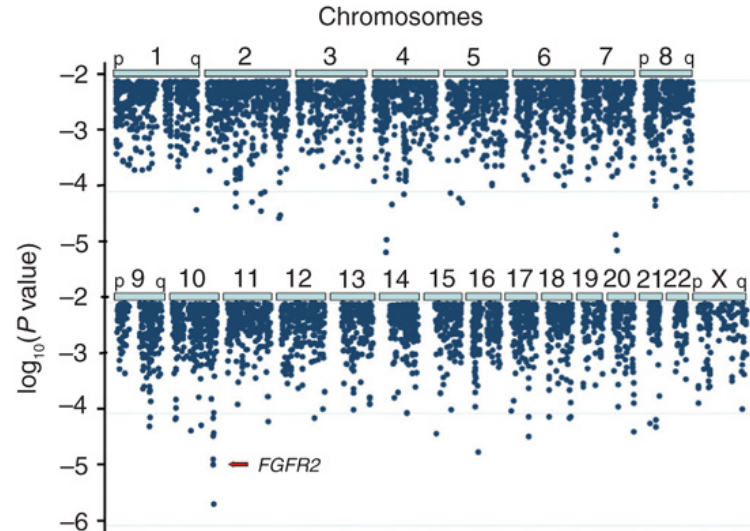
# GWAS - cancer du sein

LETTERS

nature  
genetics

## A genome-wide association study identifies alleles in *FGFR2* associated with risk of sporadic postmenopausal breast cancer

David J Hunter<sup>1-4</sup>, Peter Kraft<sup>2</sup>, Kevin B Jacobs<sup>3</sup>, David G Cox<sup>1,2</sup>, Meredith Yeager<sup>4,6</sup>, Susan E Hankinson<sup>1</sup>, Sholom Wacholder<sup>4</sup>, Zhaoming Wang<sup>4,6</sup>, Robert Welch<sup>4,6</sup>, Amy Hutchinson<sup>4,6</sup>, Junwen Wang<sup>4,6</sup>, Kai Yu<sup>4</sup>, Nilanjan Chatterjee<sup>4</sup>, Nick Orr<sup>7</sup>, Walter C Willett<sup>1,8</sup>, Graham A Colditz<sup>9</sup>, Regina G Ziegler<sup>4</sup>, Christine D Berg<sup>10</sup>, Sandra S Buys<sup>11</sup>, Catherine A McCarty<sup>12</sup>, Heather Spencer Feigelson<sup>13</sup>, Eugenia E Calle<sup>13</sup>, Michael J Thun<sup>13</sup>, Richard B Hayes<sup>4</sup>, Margaret Tucker<sup>4</sup>, Daniela S Gerhard<sup>14</sup>, Joseph F Fraumeni, Jr<sup>4</sup>, Robert N Hoover<sup>4</sup>, Gilles Thomas<sup>4</sup> & Stephen J Chanock<sup>4,7</sup>



# GWAS - cancer du sein

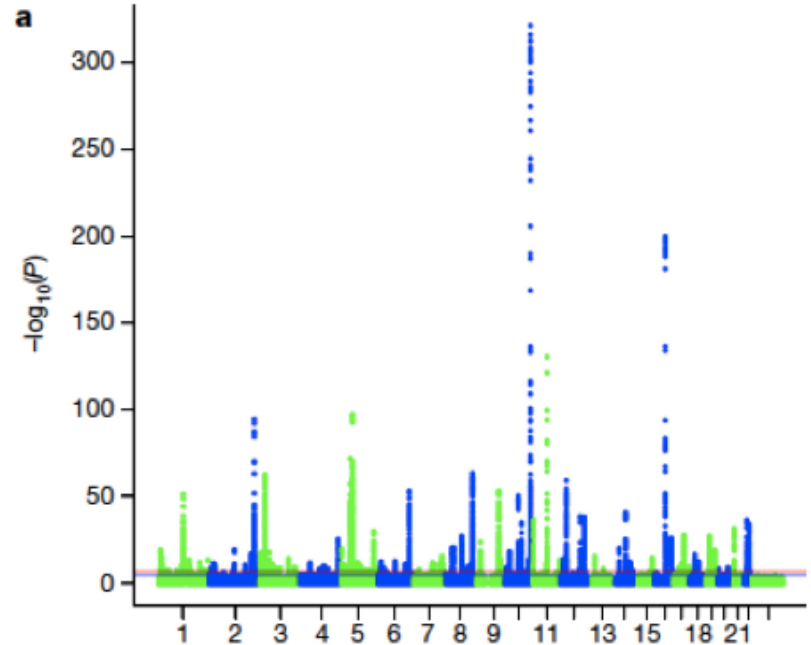
## LETTER

doi:10.1038/nature24284

Association analysis identifies 65 new breast cancer risk loci

123000 Breast cancer cases  
106000 Controls

Michailidou et al. *Nature* 2017





# Application - cancer du sein

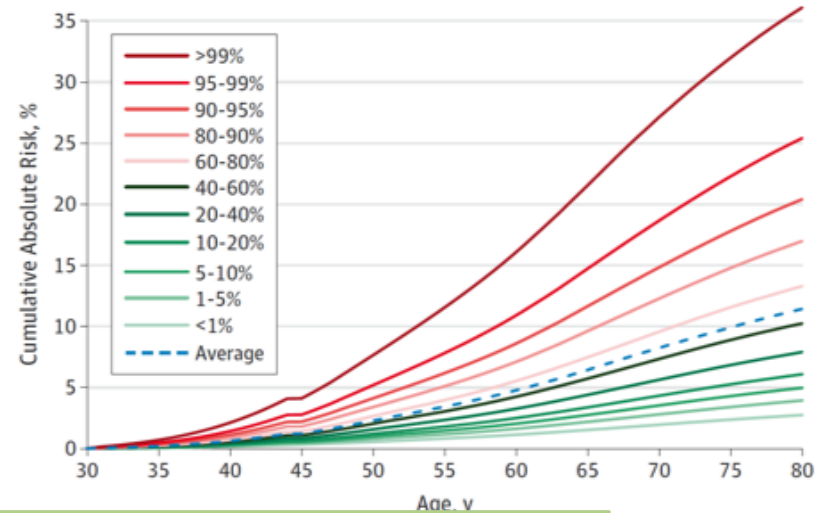
## Original Investigation

October 2016

### Breast Cancer Risk From Modifiable and Nonmodifiable Risk Factors Among White Women in the United States

Paige Maas, PhD<sup>1</sup>; Myrto Barrdahl, PhD<sup>2</sup>; Amit D. Joshi, PhD<sup>3</sup>; Paul L. Auer, PhD<sup>4,5</sup>; Mia M. Gaudet, PhD<sup>6</sup>; Roger L. Milne, PhD<sup>7,8</sup>; Fredrick R. Schumacher, PhD<sup>9</sup>; William F. Anderson, MD, MPH<sup>1</sup>; David Check, BS<sup>1</sup>; Subham Chattopadhyay, BS<sup>1</sup>; Laura Baglietto, PhD<sup>7,8</sup>; Christine D. Berg, PhD<sup>10</sup>; Stephen J. Chanock, MD<sup>1</sup>; David G. Cox, PhD<sup>11,12</sup>; Jonine D. Figueroa, PhD<sup>1</sup>; Mitchell H. Gail, MD, PhD<sup>1</sup>; Barry I. Graubard, PhD<sup>1</sup>; Christopher A. Haiman, ScD<sup>9</sup>; Susan E. Hankinson, ScD<sup>13,14</sup>; Robert N. Hoover, MD, ScD<sup>1</sup>; Claudine Isaacs, MD<sup>15</sup>; Laurence N. Kolonel, PhD<sup>16</sup>; Loïc Le Marchand, MD, PhD<sup>17</sup>; I-Min Lee, ScD<sup>18</sup>; Sara Lindström, PhD<sup>1</sup>; Kim Overvad, PhD<sup>19</sup>; Isabelle Romieu, MD, MPH, ScD<sup>20</sup>; Maria-Jose Sanchez, PhD<sup>21,22</sup>; Melissa C. Southey, PhD<sup>23</sup>; Daniel O. Stram, PhD<sup>9</sup>; Rosario Tumino, PhD<sup>24</sup>; Tyler J. VanderWeele, PhD<sup>25,26</sup>; Walter C. Willett, MD, DrPh<sup>27</sup>; Shumin Zhang, PhD<sup>18</sup>; Julie E. Buring, ScD<sup>18</sup>; Federico Canzian, PhD<sup>28</sup>; Susan M. Gapstur, PhD<sup>1</sup>; Brian E. Henderson, MD<sup>9</sup>; David J. Hunter, MBBS, ScD<sup>1</sup>; Graham G. Giles, PhD<sup>2,8,29</sup>; Ross L. Prentice, PhD<sup>3,30</sup>; Regina G. Ziegler, PhD, MPH<sup>1</sup>; Peter Kraft, PhD<sup>1</sup>; Montse Garcia-Closas, MPH, DrPH<sup>1,31</sup>; Nilanjana Chatterjee, PhD<sup>1,32,33</sup>

~40 000 women



Genetic variations



Established risk factors

- ✓ Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs)

- ✓ family history
- ✓ age at menarche
- ✓ Height
- ✓ Reproductive factors

- ✓ body mass index
- ✓ alcohol consumption
- ✓ smoking status

RESEARCH ARTICLE

Open Access



## Assessment of the prognostic role of a 94-single nucleotide polymorphisms risk score in early breast cancer in the SIGNAL/PHARE prospective cohort: no correlation with clinico-pathological characteristics and outcomes

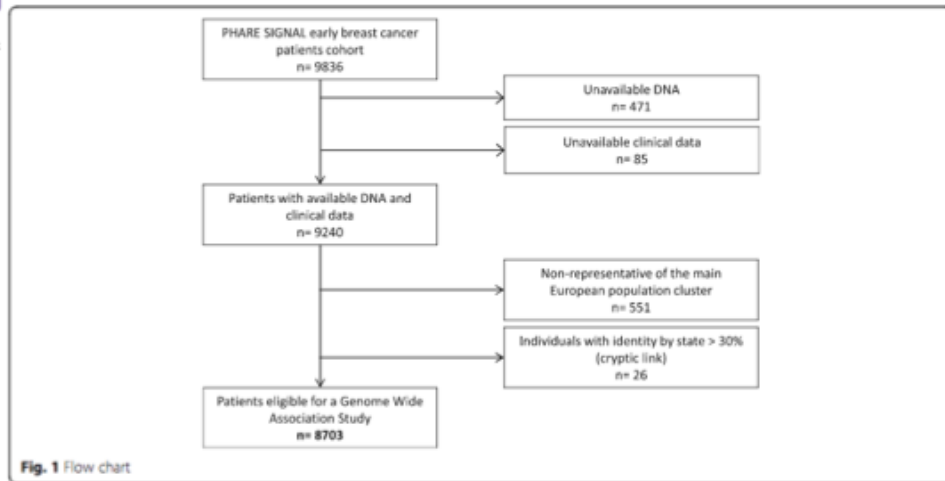
Elsa Curtit<sup>1,3,2\*</sup>, Xavier Pivot<sup>1</sup>, Julie Henriques<sup>2</sup>, Sophie Paget-Bailly<sup>2</sup>, Pierre Fumoleau<sup>3</sup>, Maria Rios<sup>4</sup>, Hervé Bonnefoi<sup>5</sup>, Thomas Bachelot<sup>6</sup>, Patrick Soulié<sup>7</sup>, Christelle Jouannaud<sup>8</sup>, Hugues Bourgeois<sup>9</sup>, Thierry Petit<sup>10</sup>, Isabelle Tennevet<sup>11</sup>, David Assouline<sup>12</sup>, Marie-Christine Mathieu<sup>13</sup>, Jean-Philippe Jacquin<sup>14</sup>, Sandrine Lavau-Denes<sup>15</sup>, Ariane Darut-Jouve<sup>16</sup>, Jean-Marc Ferrero<sup>17</sup>, Carole Tarpin<sup>18</sup>, Christelle Lévy<sup>19</sup>, Valérie Delecroix<sup>20</sup>, Véronique Trillet-Lenoir<sup>21</sup>, Oana Cojocarasu<sup>22</sup>, Jérôme Meunier<sup>23</sup>, Jean-Yves Pierga<sup>24</sup>, Pierre Kerbrat<sup>25</sup>, Céline Faure-Mercier<sup>26</sup>, Héléne Blanché<sup>27</sup>, Mourad Sahbatou<sup>27</sup>, Anne Boland<sup>28</sup>, Delphine Bacq<sup>28</sup>, Céline Besse<sup>28</sup>, Gilles Thomas<sup>29\*</sup>, Jean-François Deleuze<sup>27,28</sup>, Iris Pauporté<sup>26</sup>, Gilles Romieu<sup>30</sup> and David G. Cox<sup>31</sup>

RESEARCH ARTICLE

Open Access

## Assessment of the prognostic role of a 94-single nucleotide polymorphisms risk score in early breast cancer in the SIGNAL/PHARE prospective cohort: no correlation with clinico-pathological characteristics and outcomes

Elsa Curtit<sup>1,32\*</sup>, Xavier Pivot<sup>1</sup>, Julie Henriques<sup>2</sup>, Sophie Paget-Bailly<sup>2</sup>, Pierre Fumoleau<sup>3</sup>, Maria Rios<sup>4</sup>, Hervé Bonnefoi<sup>5</sup>, Thomas Bachelot<sup>6</sup>, Patrick Soulié<sup>7</sup>, Christelle Jouannaud<sup>8</sup>, Hugues Bourgeois<sup>9</sup>, Thierry Petit<sup>10</sup>, Isabelle Tennevet<sup>11</sup>, David Assouline<sup>12</sup>, Marie-Christine Mathieu<sup>13</sup>, Jean-Philippe Jacquin<sup>14</sup>, Sandrine Lavau-Denes<sup>15</sup>, Ariane Darut-Jouve<sup>16</sup>, Jean-Marc Ferrero<sup>17</sup>, Carole Tarpin<sup>18</sup>, Christelle Lévy<sup>19</sup>, Valérie Delecroix<sup>20</sup>, Véronique Trillet-Lenoir<sup>21</sup>, Oana Cojocarasu<sup>22</sup>, Jérôme Meunier<sup>23</sup>, Jean-Yves Pierga<sup>24</sup>, Pierre Kerbrat<sup>25</sup>, Céline Faure-Mercier<sup>26</sup>, Héléne Blanché<sup>27</sup>, Mourad Sahbatou<sup>27</sup>, Anne Boland<sup>28</sup>, Delphine Bacq<sup>28</sup>, Céline Besse<sup>28</sup>, Gilles Thomas<sup>29</sup>, Jean-François Deleuze<sup>27,28</sup>, Iris Pauporté<sup>26</sup>, Gilles Romieu<sup>30</sup> and David G. Cox<sup>31</sup>



RESEARCH ARTICLE

Open Access



## Assessment of the prognostic role of a 94-single nucleotide polymorphisms risk score in early breast cancer in the SIGNAL/PHARE prospective cohort: no correlation with clinico-pathological characteristics and outcomes

Elsa Curtit<sup>1,3,2\*</sup>, Xavier Pivot<sup>1</sup>, Julie Henriques<sup>2</sup>, Sophie Paget-Bailly<sup>2</sup>, Pierre Fumoleau<sup>3</sup>, Maria Rios<sup>4</sup>, Hervé Bonnefoi<sup>5</sup>, Thomas Bachelot<sup>6</sup>, Patrick Soulié<sup>7</sup>, Christelle Jouannaud<sup>8</sup>, Hugues Bourgeois<sup>9</sup>, Thierry Petit<sup>10</sup>, Isabelle Tennevet<sup>11</sup>, David Assouline<sup>12</sup>, Marie-Christine Mathieu<sup>13</sup>, Jean-Philippe Jacquin<sup>14</sup>, Sandrine Lavau-Denes<sup>15</sup>, Ariane Darut-Jouve<sup>16</sup>, Jean-Marc Ferrero<sup>17</sup>, Carole Tarpin<sup>18</sup>, Christelle Lévy<sup>19</sup>, Valérie Delecroix<sup>20</sup>, Véronique Trillet-Lenoir<sup>21</sup>, Oana Cojocarasu<sup>22</sup>, Jérôme Meunier<sup>23</sup>, Jean-Yves Pierga<sup>24</sup>, Pierre Kerbrat<sup>25</sup>, Céline Faure-Mercier<sup>26</sup>, Hélène Blanché<sup>27</sup>, Mourad Sahbatou<sup>27</sup>, Anne Boland<sup>28</sup>, Delphine Bacq<sup>28</sup>, Céline Besse<sup>28</sup>, Gilles Thomas<sup>29</sup>, Jean-François Deleuze<sup>27,28</sup>, Iris Pauporté<sup>26</sup>, Gilles Romieu<sup>30</sup> and David G. Cox<sup>31</sup>

**Table 2** Association between clinico-pathological characteristics and 94-SNP risk score: no significant correlation

Characteristics	P value
Age	0.24
Size of tumor	0.58
Nodal status	0.61
SBR grade	0.89
Inflammatory breast cancer	0.92
Laterality	0.32
ER status	0.77
PR status	0.72
HER2 status	0.49
Breast cancer subtypes	0.79

*SBR* Scarff-Bloom-Richardson, *ER* estrogen receptor, *PR* progesterone receptor, *HER2* human epidermal growth factor receptor 2

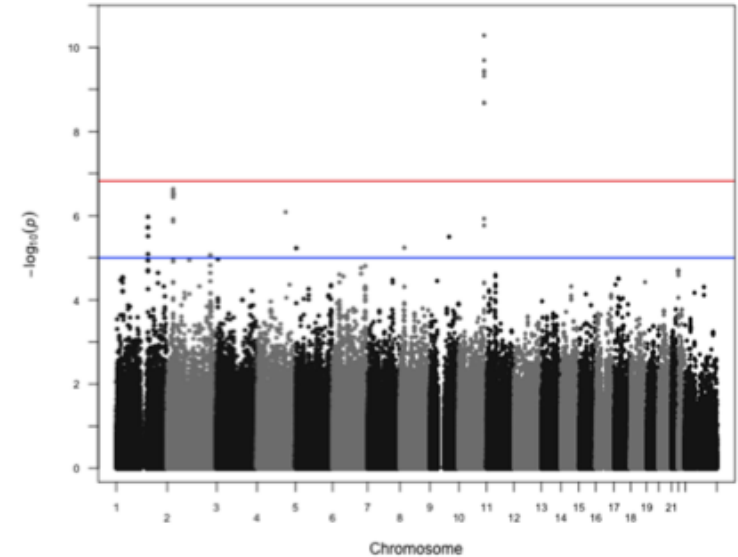
Research Paper

## **GWAS in the SIGNAL/PHARE clinical cohort restricts the association between the *FGFR2* locus and estrogen receptor status to HER2-negative breast cancer patients**

David G. Cox<sup>1</sup>, Elsa Curtit<sup>2</sup>, Gilles Romieu<sup>3</sup>, Pierre Fumoleau<sup>4</sup>, Maria Rios<sup>5</sup>, Hervé Bonnefoi<sup>6</sup>, Thomas Bachelot<sup>7</sup>, Patrick Soulié<sup>8</sup>, Christelle Jouannaud<sup>9</sup>, Hugues Bourgeois<sup>10</sup>, Thierry Petit<sup>11</sup>, Isabelle Tennevet<sup>12</sup>, David Assouline<sup>13</sup>, Marie-Christine Mathieu<sup>14</sup>, Jean-Philippe Jacquin<sup>15</sup>, Sandrine Lavau-Denes<sup>16</sup>, Ariane Darut-Jouve<sup>17</sup>, Jean-Marc Ferrero<sup>18</sup>, Carole Tarpin<sup>19</sup>, Christelle Lévy<sup>20</sup>, Valérie Delecroix<sup>21</sup>, Véronique Trillet-Lenoir<sup>22</sup>, Oana Cojocarasu<sup>23</sup>, Jérôme Meunier<sup>24</sup>, Jean-Yves Pierga<sup>25</sup>, Céline Faure-Mercier<sup>26</sup>, Hélène Blanché<sup>27</sup>, Mourad Sahbatou<sup>27</sup>, Anne Boland<sup>28</sup>, Delphine Bacq<sup>28</sup>, Céline Besse<sup>28</sup>, Jean-François Deleuze<sup>27,28</sup>, Iris Pauporté<sup>26</sup>, Gilles Thomas<sup>29</sup>, Xavier Pivot<sup>2</sup>

## GWAS in the SIGNAL/PHARE clinical cohort restricts the association between the *FGFR2* locus and estrogen receptor status to HER2-negative breast cancer patients

David G. Cox<sup>1</sup>, Elsa Curtit<sup>2</sup>, Gilles Romieu<sup>3</sup>, Pierre Fumoleau<sup>4</sup>, Maria Rios<sup>5</sup>, Hervé Bonnefoi<sup>6</sup>, Thomas Bachelot<sup>7</sup>, Patrick Soulié<sup>8</sup>, Christelle Jouannaud<sup>9</sup>, Hugues Bourgeois<sup>10</sup>, Thierry Petit<sup>11</sup>, Isabelle Tennevet<sup>12</sup>, David Assouline<sup>13</sup>, Marie-Christine Mathieu<sup>14</sup>, Jean-Philippe Jacquin<sup>15</sup>, Sandrine Lavau-Denes<sup>16</sup>, Ariane Darut-Jouve<sup>17</sup>, Jean-Marc Ferrero<sup>18</sup>, Carole Tarpin<sup>19</sup>, Christelle Lévy<sup>20</sup>, Valérie Delecroix<sup>21</sup>, Véronique Trillet-Lenoir<sup>22</sup>, Oana Cojocarasu<sup>23</sup>, Jérôme Meunier<sup>24</sup>, Jean-Yves Pierga<sup>25</sup>, Céline Faure-Mercier<sup>26</sup>, Hélène Blanché<sup>27</sup>, Mourad Sahbatou<sup>27</sup>, Anne Boland<sup>28</sup>, Delphine Bacq<sup>28</sup>, Céline Besse<sup>28</sup>, Jean-François Deleuze<sup>27,28</sup>, Iris Pauporté<sup>26</sup>, Gilles Thomas<sup>29</sup>, Xavier Pivot<sup>2</sup>



## GWAS in the SIGNAL/PHARE clinical cohort restricts the association between the *FGFR2* locus and estrogen receptor status to HER2-negative breast cancer patients

David G. Cox<sup>1</sup>, Elsa Curtit<sup>2</sup>, Gilles Romieu<sup>3</sup>, Pierre Fumoleau<sup>4</sup>, Maria Rios<sup>5</sup>, Hervé Bonnefoi<sup>6</sup>, Thomas Bachelot<sup>7</sup>, Patrick Soulié<sup>8</sup>, Christelle Jouannaud<sup>9</sup>, Hugues Bourgeois<sup>10</sup>, Thierry Petit<sup>11</sup>, Isabelle Tennevet<sup>12</sup>, David Assouline<sup>13</sup>, Marie-Christine Mathieu<sup>14</sup>, Jean-Philippe Jacquin<sup>15</sup>, Sandrine Lavau-Denes<sup>16</sup>, Ariane Darut-Jouve<sup>17</sup>, Jean-Marc Ferrero<sup>18</sup>, Carole Tarpin<sup>19</sup>, Christelle Lévy<sup>20</sup>, Valérie Delecroix<sup>21</sup>, Véronique Trillet-Lenoir<sup>22</sup>, Oana Cojocarasu<sup>23</sup>, Jérôme Meunier<sup>24</sup>, Jean-Yves Pierga<sup>25</sup>, Céline Faure-Mercier<sup>26</sup>, Hélène Blanché<sup>27</sup>, Mourad Sahbatou<sup>27</sup>, Anne Boland<sup>28</sup>, Delphine Bacq<sup>28</sup>, Céline Besse<sup>28</sup>, Jean-François Deleuze<sup>27,28</sup>, Iris Pauporté<sup>26</sup>, Gilles Thomas<sup>29</sup>, Xavier Pivot<sup>2</sup>

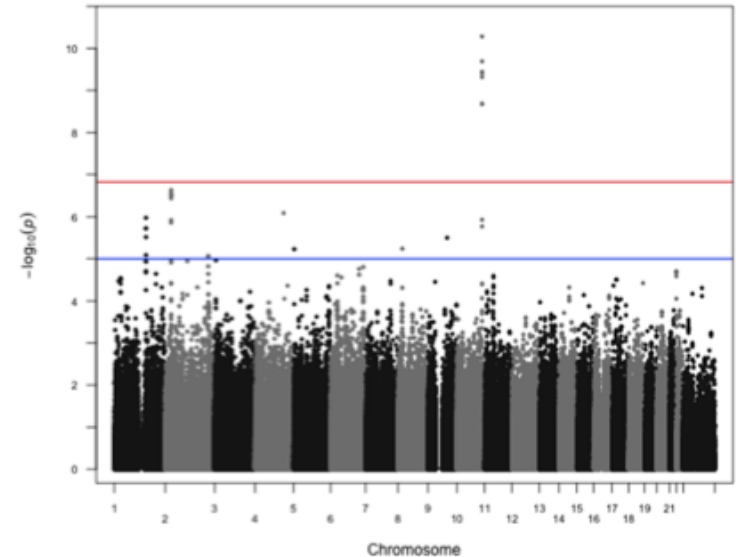


Table 1: Selected variants at the *FGFR2* locus and ER status among breast cancer cases

SNP	I/G* (Rsq, Quality)	Overall		HER2+		HER2-	
		OR (95% CI)	p	OR (95% CI)	p	OR (95% CI)	p
rs3135718	I (0.64, 0.89)	1.33 (1.23 - 1.45)	6.0×10 <sup>-12</sup>	1.19 (1.04 - 1.35)	7.9×10 <sup>-3</sup>	1.47 (1.30 - 1.64)	2.0×10 <sup>-10</sup>
rs3135724	I (0.41, 0.84)	1.51 (1.33 - 1.69)	8.1×10 <sup>-11</sup>	1.18 (0.97 - 1.41)	9.3×10 <sup>-2</sup>	1.79 (1.49 - 2.13)	5.2×10 <sup>-11</sup>
rs2981578	G (NA, NA)	1.24 (1.16-1.32)	3.5×10 <sup>-10</sup>	1.20 (1.09-1.33)	3.3×10 <sup>-4</sup>	1.26 (1.14-1.38)	1.7×10 <sup>-6</sup>
rs2981579	G (NA, NA)	1.25 (1.16 - 1.33)	5.5×10 <sup>-11</sup>	1.15 (1.03 - 1.27)	9.2×10 <sup>-3</sup>	1.33 (1.20 - 1.47)	2.1×10 <sup>-9</sup>

\* Imputed (I) or genotyped (G). Values reported from MACH output

ARTICLE OPEN

## Constitutional variants are not associated with HER2-positive breast cancer: results from the SIGNAL/PHARE clinical cohort

Xavier Pivot<sup>1</sup>, Gilles Romieu<sup>2</sup>, Pierre Fumoleau<sup>3</sup>, Maria Rios<sup>4</sup>, Hervé Bonnefoi<sup>5</sup>, Thomas Bachelot<sup>6</sup>, Patrick Soulié<sup>7</sup>, Christelle Jouannaud<sup>8</sup>, Hugues Bourgeois<sup>9</sup>, Thierry Petit<sup>10</sup>, Isabelle Tennevet<sup>11</sup>, David Assouline<sup>12</sup>, Marie-Christine Mathieu<sup>13</sup>, Jean-Philippe Jacquin<sup>14</sup>, Sandrine Lavau-Denes<sup>15</sup>, Ariane Darut-Jouve<sup>16</sup>, Jean-Marc Ferrero<sup>17</sup>, Carole Tarpin<sup>18</sup>, Christelle Lévy<sup>19</sup>, Valérie Delecroix<sup>20</sup>, Véronique Trillet-Lenoir<sup>21</sup>, Oana Cojocarasu<sup>22</sup>, Jérôme Meunier<sup>23</sup>, Jean-Yves Pierga<sup>24</sup>, Cécile Agostini<sup>25</sup>, Pierre Kerbrat<sup>26</sup>, Céline Faure-Mercier<sup>27</sup>, Hélène Blanché<sup>28</sup>, Mourad Sahbatou<sup>28</sup>, Anne Boland<sup>29</sup>, Delphine Bacq<sup>29</sup>, Céline Besse<sup>29</sup>, Fabien Calvo<sup>13</sup>, Alexia Renaud<sup>30</sup>, Jean-François Deleuze<sup>28,29</sup>, Iris Pauporté<sup>27</sup>, Gilles Thomas<sup>31</sup> and David G. Cox<sup>30</sup>



# GWAS Clinique

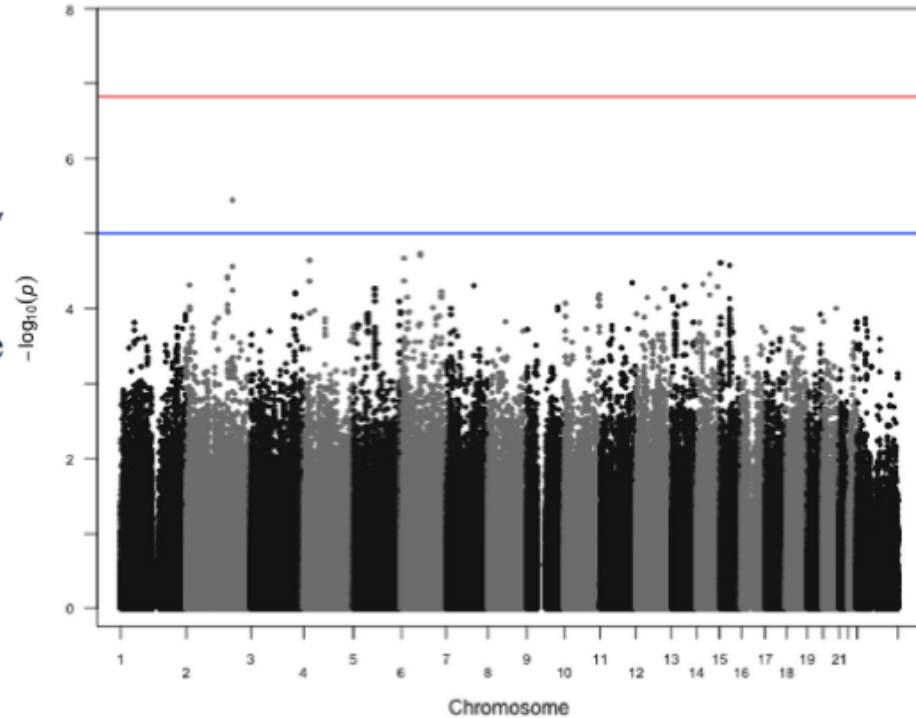
npj | Breast Cancer

[www.nature.com/npjbcancer](http://www.nature.com/npjbcancer)

ARTICLE OPEN

## Constitutional variants are not associated with HER2-positive breast cancer: results from the SIGNAL/PHARE clinical cohort

Xavier Pivot<sup>1</sup>, Gilles Romieu<sup>2</sup>, Pierre Fumoleau<sup>3</sup>, Maria Rios<sup>4</sup>, Hervé Bonnefoi<sup>5</sup>, Thomas Bachelot<sup>6</sup>, Patrick Soulié<sup>7</sup>, Christelle Jouannaud<sup>8</sup>, Hugues Bourgeois<sup>9</sup>, Thierry Petit<sup>10</sup>, Isabelle Tennevet<sup>11</sup>, David Assouline<sup>12</sup>, Marie-Christine Mathieu<sup>13</sup>, Jean-Philippe Jacquin<sup>14</sup>, Sandrine Lavau-Denes<sup>15</sup>, Ariane Darut-Jouve<sup>16</sup>, Jean-Marc Ferrero<sup>17</sup>, Carole Tarpin<sup>18</sup>, Christelle Lévy<sup>19</sup>, Valérie Delecroix<sup>20</sup>, Véronique Trillet-Lenoir<sup>21</sup>, Oana Cojocarasu<sup>22</sup>, Jérôme Meunier<sup>23</sup>, Jean-Yves Pierga<sup>24</sup>, Cécile Agostini<sup>25</sup>, Pierre Kerbrat<sup>26</sup>, Céline Faure-Mercier<sup>27</sup>, Hélène Blanché<sup>28</sup>, Mourad Sahbatou<sup>28</sup>, Anne Boland<sup>29</sup>, Delphine Bacq<sup>29</sup>, Céline Besse<sup>29</sup>, Fabien Calvo<sup>13</sup>, Alexia Renaud<sup>30</sup>, Jean-François Deleuze<sup>28,29</sup>, Iris Pauporté<sup>27</sup>, Gilles Thomas<sup>31</sup> and David G. Cox<sup>30</sup>

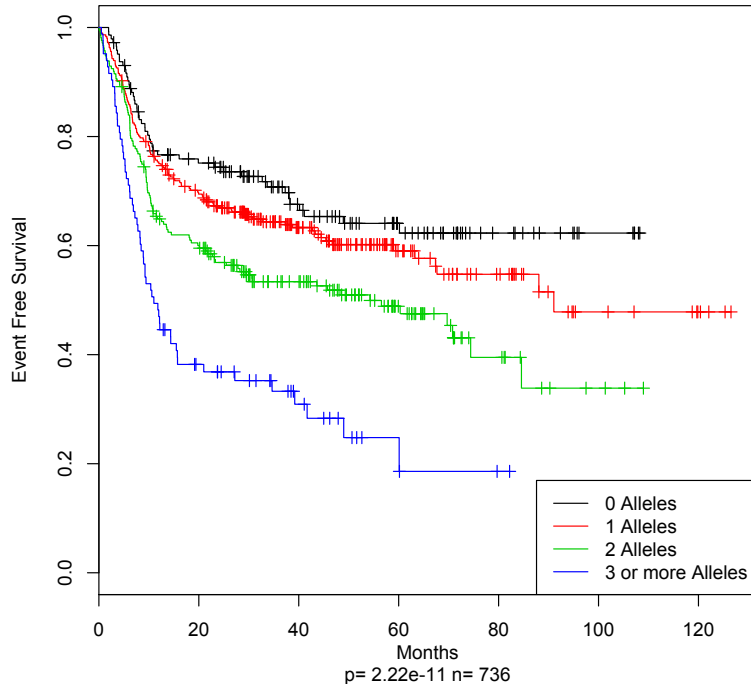


# GWAS Clinique - Prochaines Étapes

- Corrélation entre SNPs et réponse au traitement/survie dans SIGNAL/PHARE
  - Suivi complet - environ 5 ans en moyen
  - 1116 rechutes et 626 décès
- Validation des signaux dans d'autres études cliniques
- Initier des études cliniques stratifiées par génotype
  - Réduction de hétérogénéité des patientes

# GWAS Clinique - Stratification

Kaplan-Meier Curves of number of risk alleles carried (grouped):  
All four case cohorts  
Case with AAIP1 >= 2



**GWAS identifie 2 loci associés avec le survie dans le DBCL**

5q23.2 - synphilin/sorting nexin 2

6q21 - MARCKS/HDAC2

# Remerciements - SIGNAL/PHARE

- Participantes dans les études SIGNAL/PHARE
  - Ainsi que leurs équipes médicales
- Collègues et Cliniciens
  - X. Pivot, J-F. Deleuze, I. Pauporté, G. Thomas
- INSERM, INCa, CRCL, LNCC, Fondation ARC



@SOPHiAGENETICS



SOPHiAGENETICS.COM