



UNA AGRICULTURA SIN PETRÓLEO

Febrero 2013

**ALTERNATIVAS PARA SISTEMAS ALIMENTARIOS
RESILIENTES**

PABLO SERVIGNE

BARRICADE

CULTURE D'ALTERNATIVES



UNE AGRICULTURE SANS PÉTROLE

**PISTES POUR DES SYSTÈMES
ALIMENTAIRES RÉSILIENTS**

PABLO SERVIGNE



Una agricultura sin petróleo: Alternativas para sistemas alimentarios resilientes

Pablo Servigne

Edición traducida: septiembre de 2019

Edición original: febrero de 2013

Título original: *Une agriculture sans pétrole: Pistes pour des systèmes alimentaires résilients.*

Traducción al español : Nelly Servigne, Juliana Castaño, Alan Suárez y Alejandro Balentine

Para reacciones, críticas o sugerencias:

www.barricade.be

pablo.servigne@netcourrier.com

Copyright, Barricade 2012

Lieja, Bélgica

Contenido

Introducción	5
La energía: el corazón de la agricultura	6
1. La energía ecológica y la energía cultural.....	6
2. La abundancia energética.....	8
El declive anunciado de la agricultura industrial	9
1. La dependencia del petróleo y del gas	9
2. El fin del petróleo barato.....	11
3. El pico de las demás fuentes de energía.....	12
4. La escasez de campesinos	12
5. Las instituciones están bloqueadas.....	12
6. El riesgo del colapso es elevado.....	13
Los caminos de una agricultura sin petróleo.....	13
1. Relocalizar y diversificar	14
2. Generalizar la agricultura urbana y comunitaria.....	16
3. Mejorar la eficiencia energética de las edificaciones agrícolas existentes.....	16
4. Disminuir, o incluso suprimir la labranza	17
5. Volver a la tracción animal	17
6. Implementar las energías renovables en las explotaciones agrícolas.....	18
7. Acelerar la transformación a la agroecología.....	18
8. Desarrollar el cultivo de cereales perennes	19
9. Reducir la producción y el consumo de carne.....	20
10. Preservar la fertilidad de los suelos sin ayudas externas.....	20
11. Invertir en la innovación	21
12. Formar campesinos y horticultores rápida y masivamente	22
13. Desbloquear las instituciones	23
14. Cambiar las costumbres alimenticias de la población.....	23
15. Organizar una planificación a nivel nacional.....	24
Conclusión.....	26
Referencias bibliográficas	27

«Un día, descubrí que mi comida era mucho más no-renovable que renovable. El joven que trabaja en un pozo petrolero hace mucho más para alimentarme que los agricultores».

Michael Bomford, 2010

Introducción

La agricultura industrial es una de las mayores causas del cambio climático (Foley et al., 2011). Pero más allá del problema climático, hay otro igual de importante: la dependencia del sistema alimentario industrial mundial de las energías fósiles. Estos dos problemas están íntimamente relacionados, pero presentan una diferencia fundamental: mientras que *deberíamos* poner en marcha medidas para disminuir el impacto de la agricultura sobre el calentamiento climático, *tendremos* que organizar —y rápidamente— un sistema alimentario que no utilice energías fósiles. Es una opción en el primer caso (cambio climático), mas no en el segundo (dependencia de las energías fósiles).

Esta necesidad recae fundamentalmente en los países llamados «desarrollados», es decir, aquéllos que ya han llevado a cabo su revolución industrial y su revolución verde, y en los que la clase campesina ha desaparecido casi por completo. Los otros países, llamados «en vía de desarrollo», los cuales globalmente han conservado su clase campesina, se ven obligados a utilizar —en ausencia de otras opciones— una agricultura sin petróleo. Es tal la paradoja, que desde una óptica de escasez de petróleo a bajo precio, los países en vía de desarrollo se encuentran en una posición ventajosa: ellos *ya* practican una agricultura sin petróleo.

Este trabajo investigativo, y las recomendaciones que contiene, se dirige principalmente a los países cuya agricultura —y más ampliamente los sistemas alimenticios (*food systems*)— se considera industrial. A nivel productivo, la agricultura industrial utiliza principalmente variedades híbridas y PGM (Plantas Genéticamente Modificadas), fertilizantes, pesticidas, herbicidas sintéticos, y maquinaria pesada. En cuanto a la distribución, ésta depende fundamentalmente de los medios de transporte de mercancía de larga distancia —avión, barco, tren, camiones—, de los mercados internacionales, de los bancos, de las industrias de embalaje, de las cadenas de frío y de los grandes sistemas de distribución.

Este tipo de agricultura, resultado de la revolución verde, ha permitido además triplicar la productividad agrícola media durante el siglo XX. Pero la aparición y el mantenimiento de este tipo de agricultura están sujetos a dos postulados: la disponibilidad ilimitada de energías fósiles a bajo precio, y la estabilidad del clima. En vista de que hoy estos dos postulados están puestos internacionalmente en tela de juicio, se pone en duda la estabilidad y la viabilidad de dicho modelo agrícola.

Nos encontramos hoy en una encrucijada, porque las condiciones físicas de nuestro planeta — recursos naturales, clima, etc.— nos obligarán a cambiar radicalmente el sistema de alimentación, y por consiguiente nuestro modelo de sociedad. Este cambio radical, rápido, y en la medida de lo posible anticipado y planificado, se llama *transición*. El riesgo de seguir haciendo funcionar el modelo industrial actual, es que podríamos provocar un colapso sistémico (que afecta todos los elementos de un sistema) global, cuyos efectos repercutirían en la economía, e incluso en la demografía mundial (Meadows, et al, 2012; Korowicz, 2010; Tainter, 1988).

Esta problemática no hace parte de las prioridades científicas y políticas belgas y europeas. «Las palabras “pico petrolero” (*peak oil*) no aparecen siquiera en la hoja de ruta europea de la energía para el 2050 (*EU energy Road Map 2050*), publicada en marzo de 2011», nos recuerda Yves Cochet¹. Peor aún, como señalaba Michel Griffon, director general adjunto de la Agencia Nacional de Investigación en Francia: «actualmente no existe ningún programa de investigación europea que trate explícitamente sobre la problemática de la agricultura pospetróleo»².

Sin embargo, existen algunas experiencias motivantes alrededor del planeta. Nosotros las incluiremos en una parte destinada a las alternativas para comenzar esta necesaria transición. Pero antes de esto, analizaremos la agricultura desde el prisma de la energía, así como el anunciado declive de la agricultura industrial.

La energía: el corazón de la agricultura

A pesar de ser fundamental, la cuestión energética en agricultura ha sido relativamente poco estudiada —con algunas excepciones, como por ejemplo Pimentel y Pimentel (1973), o Gliessmann (2007)—.

1. La energía ecológica y la energía cultural

Empecemos por hacer una distinción muy útil de los tipos de energía que entran en un sistema agrícola: la *energía ecológica* y la *energía cultural* (Gliessmann, 2007). La primera se presenta en el agroecosistema bajo la forma de energía solar, y es la que suministra la totalidad de energía de los ecosistemas naturales. En otras palabras, la naturaleza funciona únicamente con energía solar.

La segunda —cultural— es la energía suministrada por los seres humanos para transformar un ecosistema natural en un agroecosistema. Dicho de otra manera, es el trabajo que deberá suministrar el ser humano para producir alimentos a partir de un ecosistema natural.

Según su origen, la energía cultural puede dividirse en *energía cultural biológica*, que proviene principalmente de los seres humanos y de los animales, y *energía cultural industrial* que proviene de fuentes inertes, como el petróleo (ver Figura 1).

¹ Palabras tomadas de la intervención de Yves Cochet en el Parlamento Europeo, Bruselas, 15 de noviembre de 2012. Conferencia organizada por el Partido Verde sobre el tema del pico petrolero.

² Palabras tomadas de la conferencia-debate «La agroecología, ¿una solución?», que tuvo lugar en la Universidad Libre de Bruselas el 12 diciembre de 2012.

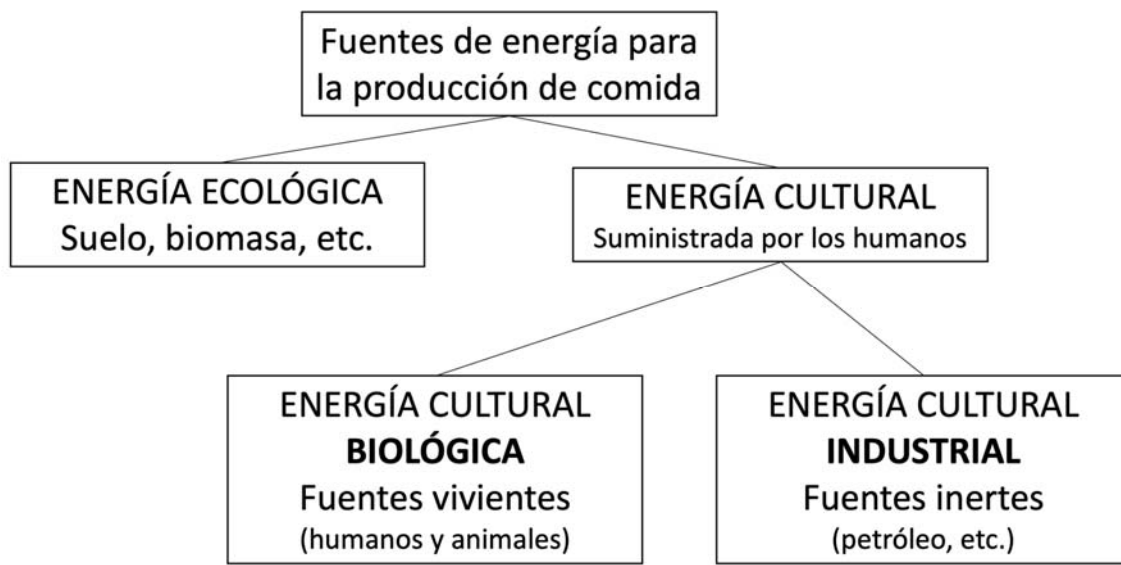


Figura 1. Diferentes tipos de insumos energéticos en un agroecosistema (Gliessmann, 2007)

En el pasado, un agroecosistema funcionaba como un circuito relativamente cerrado. El campesino suministraba la fuerza del trabajo —a menudo con la ayuda de sus animales: bueyes, burros, etc.—, y luego transformaba y comercializaba una parte de su producción. De esta forma se beneficiaba del aporte de la energía ecológica —el sol— y ponía a disposición su energía cultural biológica —él, su familia y sus animales—. Se alimentaba de su propia producción y beneficiaba a la sociedad con el resto de la energía producida por su agroecosistema. Hace un siglo, un campesino francés alimentaba en promedio a 2,5 personas.

Hoy por hoy, un campesino francés alimenta a 20 personas. Pero él no es el único que suministra la energía necesaria: hay que agregar a la ecuación los ingenieros que fabrican las máquinas y quienes extraen el petróleo; los investigadores agrónomos, químicos, genéticos; los funcionarios del ministerio de agricultura, los institutos de investigación, los empleados de los bancos, los transportadores, los empresarios de la transformación; etc. Todo este complejo sistema se ha podido poner en marcha, y se ha logrado mantener, gracias a un aporte masivo de energía cultural industrial (Pimentel y Pimentel, 2008; Tainter, 1988).

Sin embargo, «habiendo cambiado la energía solar —claramente dispersa, pero duradera— por las energías fósiles —concentradas, pero sin futuro—, la agricultura vio crecer efectivamente su productividad de una forma espectacular, pero al precio de una disminución no menos espectacular de su rendimiento termodinámico, lo que significa una reducción proporcionalmente creciente de la cantidad de vida futura» (Nicholas Georgescu-Roegen, 2006, pág. 138). Es decir, hemos aumentado la productividad agrícola a un costo exorbitante. Esta abundancia energética ha sido posible sólo gracias al consumo de energías fósiles de bajo costo —petróleo y gas—.

2. La abundancia energética

Un litro de gasolina equivale en promedio a un mes de trabajo de una persona: con un litro de gasolina, un automóvil recorre una distancia equivalente a la que se recorrería si una persona lo empujara durante un mes. En conclusión, vivimos en sociedades en donde el consumo de energías fósiles nos evita producir una enorme cantidad de trabajo humano. Se calcula que cada persona de un país rico vive gracias al equivalente energético de cien «esclavos energéticos» que trabajan para ella permanentemente —alimentación, desplazamientos, etc.— (Heinberg, 2008).

La disminución de la contribución de energías fósiles significa entonces que vamos a tener que renunciar a la mayor parte de nuestros «esclavos energéticos». Tendremos que suministrar a nuestros sistemas mucha más energía cultural biológica. Es decir, si queremos conservar el mismo nivel de vida —sin depender de las energías fósiles— ¡tendremos que «trabajar» cien veces más que hoy!

Esta abundancia industrial ha contribuido en gran parte a hacer crecer la población mundial de 2 a 7 mil millones de individuos en un siglo. Actualmente, se puede decir que el sistema alimentario transforma el petróleo en alimentos, y los alimentos en personas. Peor aún: consumimos más energía de la que producimos con nuestros sistemas alimentarios. «*En los países industriales, cada caloría alimentaria producida y puesta sobre la mesa representa en promedio 7,3 calorías de insumos energéticos*» (Heinberg & Bomford, 2009). Producimos generando pérdidas —energéticas—, lo cual significa que estamos extrayendo las reservas de energía solar acumuladas en el subsuelo durante cientos de millones de años. Estamos viviendo a crédito —energético—.

El consumo creciente de energías fósiles ha reemplazado poco a poco la energía biológica y cultural, a tal punto que ha reducido drásticamente la proporción de agricultores en los países ricos. Por ejemplo en Francia, a la víspera de la revolución francesa, los campesinos representaban el 60% de la población, mientras que en 2010 sólo representaban el 2,9% de la población activa —4% en toda Europa—³. Estos agricultores, acompañados de sus cientos de «esclavos energéticos» —cada uno—, producen mucho más de lo que podían sus antepasados.

Sin embargo, mientras que el rendimiento por unidad de superficie aumenta, se comprueba que su costo aumenta más que proporcionalmente. Este fenómeno se llama «los rendimientos decrecientes» (Pimentel y Pimentel, 1872), y se define así: a partir de un cierto límite, la ganancia en productividad de un sistema se vuelve cada vez más pequeña en relación con los gastos necesarios para generarla. O en otras palabras: los insumos necesarios se vuelven superiores a las ganancias de los productos. Esto se comprueba muy bien en el caso del maíz (Tabla 1).

La consecuencia más importante de esta abundancia energética y del espectacular aumento de los rendimientos, es la de haber olvidado el factor energético dentro de la ecuación del rendimiento, y por lo tanto, haber convertido nuestros agroecosistemas en pozos devoradores de energía. Mientras que antes de la revolución industrial los sistemas agrícolas o forestales eran los principales productores de energía primaria, después de la revolución industrial esos

³ Página web de la comisión europea (<http://ec.europa.eu>), consultada en noviembre de 2012.

sistemas se convirtieron en «fábricas» que convierten petróleo en alimentos. Éstos son hoy en día unos inmensos pozos de energía.

Tipo de cultura de maíz	«Pobre» hacia 1940	«Ahorradora» hacia 1960	«Intensiva» hacia 1980
Producción	1 600 kg/ha	5 000 kg/ha	9 000 kg/ha
Gastos totales (Mcal/ha/año)	662	4 718	15 304
Ganancias (cosecha en Mcal/ha/año)	5 600	17 500	31 500
Ganancias / Gastos	8,5	3,7	2,1
Costo (Mcal/ton)	414	944	1 700

Tabla 1. Comparación entre los tres tipos de cultura para el maíz. Mientras la producción aumenta, los gastos aumentan más que proporcionalmente —y no de forma lineal—.

Tiempo atrás, el excedente energético producido en los campos era destinado a las ciudades —es decir, a las zonas con déficit de energía—; hoy en cambio, todo nuestro territorio presenta déficit de energía, y particularmente las ciudades. Europa importa una cantidad inmensa de energía desde el extranjero, la cual utiliza para fortalecer —dopar— su producción alimentaria, de la cual a su vez exporta una parte.

Al nivel de un territorio, la *transición agrícola* se podría definir como el proceso que reconvierte al campo en zonas autónomas y con excedentes de energía, y que disminuye la distancia entre las ciudades y el campo gracias a una mejor eficiencia energética en la ciudad.

El declive anunciado de la agricultura industrial

1. La dependencia del petróleo y del gas

La primera gran fuente energética en la agricultura vino de los fertilizantes, apenas comenzando el siglo XX. Uno de los inventos más importantes del siglo fue sin lugar a dudas el método para convertir el nitrógeno atmosférico en amoníaco —y por lo tanto en fertilizante—. Este método, inventado por dos alemanes y patentado por BASF, se llama *proceso Haber-Bosch*, y produce grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados a partir del gas natural y del nitrógeno atmosférico (Smil, 2011). Éste fue el motor de la *revolución verde*. Sin la disponibilidad de abonos químicos nitrogenados generados mediante este proceso industrial, el enorme aumento de la producción alimentaria del siglo XX —y en consecuencia el aumento de la población mundial que vino después— no habría sido posible (Gruber y Galloway, 2008).

El gas natural y el petróleo sirven también para producir los pesticidas y los herbicidas, y también para hacer funcionar las máquinas, los tractores y la irrigación. Desde un punto de vista más general, las explotaciones agrícolas consumen energía directa —combustible, electricidad, gas natural— y energía indirecta —energía necesaria para la fabricación y el transporte de los insumos—; y es todo el conjunto lo que debemos tener en cuenta dentro del balance.

De modo que la producción agrícola industrial depende fuertemente de las energías fósiles para la fabricación de abonos sintéticos, de pesticidas sintéticos, y para la mecanización.

Después de la producción agrícola se encuentra todo el sistema de transformación y distribución. Aquí también la energía es utilizada para el transporte de los alimentos, el almacenamiento, el embalaje y la venta de los productos —transporte desde el almacén hasta los puntos de venta o consumo—. Nuestros sistemas alimentarios han sido concebidos desde hace décadas a partir de un esquema global —generalmente nacional—, el cual especializa a cada región en una o varias producciones específicas, incitando así a todas las regiones a repartirse la producción. Esta cadena de repartición de reservas es igualmente consumidora de energía para el transporte y el almacenamiento.

A mayor escala, la cadena de distribución se ha vuelto tan larga y centralizada, que hoy en los Estados Unidos la distribución de alimentos consume cuatro veces más que su producción (Bomford, 2010). En otras palabras, la mayor parte de la energía utilizada por un sistema alimentario se consume después de que la producción ha salido del sitio de producción⁴.

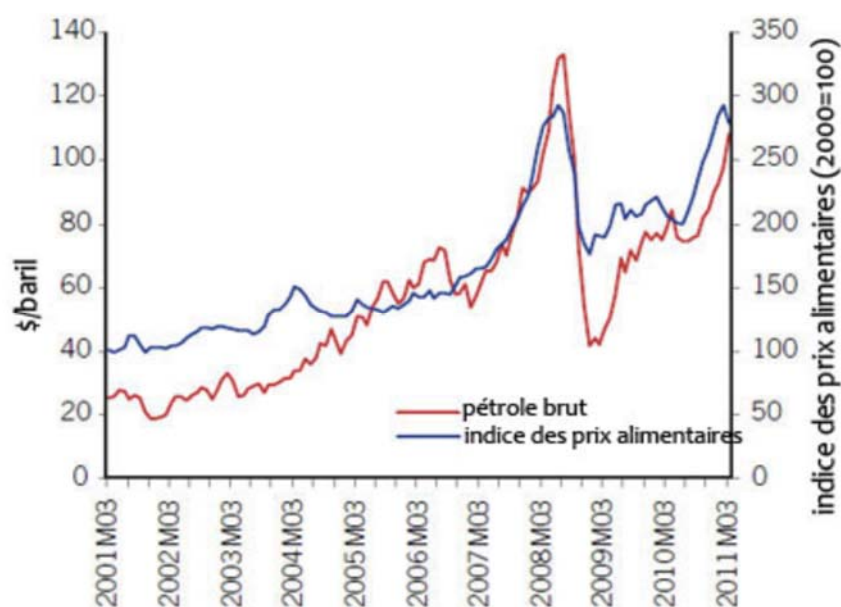


Figura 2. Evolución de los precios del petróleo (azul) y de los productos alimenticios (rojo).
(Fuente: Banco Mundial).

Esta fuerte dependencia de todo el sistema alimentario —desde la producción hasta el consumo— hace que haya una estrecha correlación entre los precios de los combustibles y los precios de los alimentos⁵. Los precios de los alimentos de primera necesidad de una gran parte de la población mundial pueden variar considerablemente durante periodos muy cortos —ver

⁴ Cada año, los Estados Unidos consumen 1000 billones de BTU (unidad inglesa: 1 BTU = 1055 Joule) en insumos agrícolas —fertilizantes—, 1000 billones para cultivar, 1000 billones para transportar los alimentos, 4000 billones para transformarlos, empacarlos y venderlos, y por último 3000 billones para cocinarlos —frigoríferos, congeladores, hornos y otros equipos de cocina— (Heller y Keoleian, 2000).

⁵ Ver www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2001/1-29-2001/natgasfert.html.

Figura 2— y entonces las consecuencias pueden ser graves, como las revueltas del hambre ocurridas en 35 países en el año 2008⁶.

2. El fin del petróleo barato.

El problema de las energías fósiles es que se regeneran a un ritmo demasiado lento para nuestro consumo; fueron necesarios cerca de 100 millones de años para almacenar en el subsuelo la cantidad de energía que nosotros quemamos en apenas un siglo.

Según el último encuentro de la ASPO —*The Association for the Study of Peak Oil and Gas*— en Viena (2012), la producción del petróleo convencional entró en un periodo de estancamiento —estamos sobre la meseta de la curva— y entre 2013 y 2015 se debería generar una caída de producción de 3% por año. El último informe de la AIE —Agencia Internacional de Energía—, el *World Energy Outlook 2012*, anuncia también una caída de producción inminente de los principales países productores, como Rusia, México, Irán, Nigeria, o incluso China⁷. En los años 60, de cada seis barriles producidos, consumíamos uno; hoy en día, por cada barril producido, consumimos seis (Heinberg, 2011).

Es cierto que queda aún mucho petróleo en el subsuelo, pero al mismo tiempo que la demanda mundial va a seguir creciendo, será cada vez más difícil —y por lo tanto más caro— extraerlo. En el futuro la oferta y la demanda se desengancharán, provocando un aumento exorbitante de los precios, y el abastecimiento continuo de petróleo no se podrá garantizar.

En 2008, la *crisis de las subprimes*⁸ fue precedida por una crisis energética. La importante alza del precio del petróleo —que alcanzó los 140 dólares por barril—, combinada con la especulación de productos alimentarios y con el desarrollo de los agrocombustibles, produjo una reacción en cadena que terminó generando revueltas del hambre en 35 países. De ahora en adelante, cada subida repentina de los precios de la energía podrá provocar una sacudida económica importante, y cada tentativa de relanzar el crecimiento económico será trabada por la subida de los precios de la energía (Rifkin, 2012). Según Jeremy Rifkin, es un capítulo que se termina; hemos pasado inevitablemente el «pico de la globalización» en 2008; «una gran parte del mundo aún no lo sabe, pero es claro que hemos llegado a los últimos límites de las posibilidades de crecimiento económico global dentro de un sistema económico profundamente dependiente del petróleo y de las demás energías fósiles» (Rifkin, 2012, pág. 28). Hemos entrado en la era de la «desglobalización».

Un precio elevado de las energías fósiles deja directamente al agricultor en jaque: acorralado entre los precios elevados de los insumos y los bajos precios de la producción. Pero los precios altos de la energía golpean también al sistema alimentario: la fabricación de fertilizantes y

⁶ Editorial del *New York Times* del 10 de abril de 2008, «The World Food Crisis». Disponible en el enlace http://www.nytimes.com/2008/04/10/opinion/10thu1.html?_r=2&.

⁷ Ver el análisis de Matthieu Auzanneau del 21 de noviembre de 2012, en el blog *Oil Man* (<http://petrole.blog.lemonde.fr>).

⁸ La crisis de las hipotecas *subprime* fue una crisis financiera, por desconfianza crediticia, que como un rumor creciente, se extendió inicialmente por los mercados financieros de Estados Unidos, y fue la alarma que puso en el punto de mira a las hipotecas basura de Europa desde el verano del 2007, evidenciándose al verano siguiente con la crisis financiera de 2008. Generalmente, se considera el detonante de la crisis económica de 2008-2015 en el plano internacional (fuente: Wikipedia; N. del T.).

pesticidas, las industrias de transformación, de transporte, de embalaje, etc. Es un choque que tendrá la dimensión del sistema (sistémico). «*Mientras que el inevitable aumento del precio del petróleo es muy preocupante, una fuerte y duradera escasez sería una pesadilla más allá de la imaginación*» (Heinberg y Bomford 2009, pág. 10).

3. El pico de las demás fuentes de energía

El problema no se detiene desgraciadamente en el petróleo convencional; las cifras sobre las fechas de los picos de producción de gas natural, del petróleo no convencional, del uranio y del carbón, son muy controversiales, y analizarlas no es el objeto de este artículo. Sin embargo, aun las previsiones más optimistas prevén una caída, y lo que es peor, un agotamiento de dichas energías antes del 2050. El mayor problema es que una energía no reemplaza a otra tan fácilmente. El declive de la producción de petróleo convencional produce el riesgo de destruir el sistema económico mundial, y así perturbar gravemente las capacidades de producción de otro tipo de energía, como por ejemplo las energías renovables. Tomamos el riesgo de un colapso sistémico llamado «todo o nada» (no lineal), que ocasionaría el colapso del sistema alimentario industrial en pocos días o semanas (Korowicz, 2010, 2012). A pesar de que la probabilidad de colapso es alta, es imposible prever una fecha precisa.

La agricultura depende también de manera crítica de otras fuentes que se agotan rápidamente, como el agua potable subterránea (Vorosmarty, Green, Salisbury, Lammers, 2000), o incluso el fósforo mineral, componente esencial de los fertilizantes industriales (MacDonald et al, 2011). Los Estados Unidos son los mayores productores de fósforo mineral en el mundo, y su producción no ha parado de bajar desde hace 20 años, lo que presagia un alza explosiva de los precios en los próximos años. Europa es completamente dependiente de las importaciones de fósforo, principalmente de Magreb (Norte de África; Cordell, Drangert, White, 2009). Es muy probable que el pico del fósforo tenga lugar en los próximos 20 años —antes del 2033 para Cordell (2009)—. Además, según el célebre estudio publicado en la revista *Nature*, y que cuantifica los límites del planeta —*Earth Boundaries*—, el fósforo en la superficie de las aguas está identificado como uno de los 10 parámetros vitales a vigilar (Röckstrom et al, 2009).

4. La escasez de campesinos

Si consideramos que para poder construir una sociedad autosuficiente, tendremos que contar de nuevo con una energía cultural biológica —el trabajo—, es pertinente constatar que es precisamente este tipo de energía el que se ha abandonado, reemplazándola por la energía industrial durante el siglo pasado. Hoy en Bélgica, los agricultores desaparecen a un ritmo elevado, y la mayor parte de los que están activos son de edad avanzada (Stevens, 2012). La energía cultural biológica disponible en los países europeos desarrollados —humanos y animales—, es potencialmente muy frágil.

5. Las instituciones están bloqueadas

El problema no sería tan grave si las instituciones políticas y científicas que tienen que ver con la agricultura no estuvieran bloqueadas. Efectivamente, las soluciones existen desde hace bastante tiempo, pero no logran arrancar. El nicho sociotécnico dominante —la agricultura

industrial— impide el desarrollo de otros nichos —como la agroecología—, a través de un fenómeno llamado *lock-in* (bloqueo; Geel y Schot, 2007; Vanloqueren y Baret, 2008, 2009).

Por ejemplo, el desarrollo y la comercialización de diferentes variedades de trigo multirresistentes a las enfermedades y que no necesiten pesticidas ni herbicidas —variedades agroecológicas—, es prácticamente imposible a causa del bloqueo del sistema de pesticidas: los agricultores se han acostumbrado a este sistema, las empresas agroquímicas no tienen ningún interés en que se desarrollen, los laboratorios de investigación no tienen la motivación para emprender programas de innovación, y las políticas públicas tampoco son favorables. Los agrocombustibles son otro ejemplo del bloqueo: si el precio del petróleo aumentara, estos agrocombustibles serían rentables, y no solamente se sustituirían parcialmente con la agricultura alimentaria, sino que conservarían toda la maquinaria agrícola.

6. El riesgo del colapso es elevado

Finalmente, hay que tener presente que los futuros choques energéticos tendrán un impacto, no solamente sobre la agricultura, sino sobre la totalidad de la sociedad, su economía, su cohesión y su estructura. El ejemplo de Cuba es pertinentemente revelador: luego de la caída del bloque soviético en 1989, y a causa del embargo de los Estados Unidos, la isla se encontró de la noche a la mañana aislada del resto del mundo (Wright, 2009; Servigne, 2012a). El país sufrió aún más el choque, puesto que estaba completamente industrializado y dependiente de la URSS. Dicho choque desestabilizó a toda la sociedad cubana, a tal punto que la alimentación diaria de los cubanos cayó por debajo de las recomendaciones mínimas de la OMS (Organización Mundial de la Salud). En el caso de Cuba, se puede hablar de colapso.

«La única manera de corregir la situación de crisis alimentaria causada por el alza de los precios del gas y del petróleo, con la discontinuidad del abastecimiento, y al mismo tiempo revertir la contribución que la agricultura genera al cambio climático, es retirar metódica y activamente las energías fósiles del sistema alimentario». Pero, como también lo sugiere el informe del Post Carbon Institute, «retirar los combustibles fósiles del sistema alimentario muy rápidamente, antes de que los sistemas alternativos se organicen, podría ser catastrófico. La transición debe ser el objeto de un examen detallado y planificado» (Heinberg y Bomford, 2009).

Los caminos de una agricultura sin petróleo

De un lado, el diagnóstico es alarmante; del otro, sabemos que la agricultura sin petróleo ya existe en ciertos lugares en el mundo. Los campesinos que no han tenido acceso a las energías fósiles la practican a diario, y ya existen centenares de experiencias alentadoras en los «países energéticamente ricos». Tenemos entonces todos los ingredientes para llevar a cabo dicha transición; el principal obstáculo es el tiempo, pues nos quedan máximo de 5 a 15 años antes de sufrir los primeros choques sistémicos importantes (Heinberg, 2011; Korowicz, 2010, 2012; Meadows et al., 2012). En otras palabras, la transición se hará inevitablemente a toda velocidad.

Vale decir que no hay evidentemente una única solución, sino varios caminos que debemos emprender simultáneamente. No estamos frente a un *problema* para el cual exista una *solución*; estamos frente a una *situación muy difícil* para la cual no hay soluciones, sino caminos por tomar. Buscar una única solución sería ilusorio y contraproducente. Entre más diversos y numerosos —y algunas veces contradictorios— sean los caminos propuestos, más será resiliente el porvenir⁹. Presentar una única solución sería reducir nuestra capacidad de adaptación frente a cambios demasiado bruscos.

Aquí desarrollaré algunas alternativas para la agricultura del futuro. Evidentemente estas ideas no son exhaustivas, ni tampoco están clasificadas en orden de prioridad; cada una necesita un profundo trabajo de investigación, el cuál convendría empezar de la forma más rápida e intensamente posible. Cada alternativa puede dar lugar también a medidas políticas fácilmente viables.

1. Relocalizar y diversificar

La globalización ha sido eficaz para la economía mundial, pero la ha vuelto menos resiliente; en el caso de un choque sistémico, las consecuencias se propagan por todo el sistema. Las pequeñas explotaciones agrícolas que no han seguido la industrialización intensiva, soportan —y soportarán— mejor las diferentes crisis que se anuncian. Por ejemplo, en Zambia o en Malawi los campesinos que ya practicaban la agroecología sufrieron muy poco la crisis alimentaria del 2008, porque ellos han sido más autónomos y resilientes (De Schutter et al., 2011).

Para que no se vuelvan a producir revueltas del hambre como las ocurridas en 2007-2008, es necesario que «*el campesino etíope pueda comer teff, el campesino andino quinua, amaranta y altramuz, el senegalés mijo y sorgo, y que todos estos campesinos no se vean obligados a amontonarse en suburbios urbanos*» (Dufumier, 2012).

Crear resiliencia implica reconstruir sistemas más pequeños y locales, es decir, compartimentados. En el caso del colapso de un sistema, la idea es evitar que la onda de choque se extienda a los demás sistemas. La *asociación* es por lo tanto una de las características esenciales de un sistema resiliente; las otras características son: la *diversidad* de los elementos y funciones —o *redundancia*—, el mejoramiento de la *eficiencia* de los procesos, y la *reducción de los ciclos de retroacción* —o en otras palabras, intentar acercarse al efecto de nuestras acciones (Hopkins, 2010), acercando los lugares de producción a los de consumo—.

La relocalización general de la economía puede ser forzada —como en Cuba en los años noventa—, pero también se puede planificar de manera anticipada. Dicha relocalización consiste en producir localmente lo máximo posible, para satisfacer las necesidades locales —alimentos, forrajes, fibras, agrocombustibles, etc.—. Sin embargo, la relocalización debe considerarse como un proceso, y no como un fin en sí. No se trata de promulgar la autosuficiencia —aislándose de los demás—, sino la autonomía —la capacidad de una comunidad de escoger sus propias reglas—. No se trata de abandonar el comercio, sino de

⁹ Resiliencia es «*la capacidad de un sistema de poder absorber una perturbación y de reorganizarse integrando ese cambio, siempre y cuando conserve esencialmente la misma función, la misma estructura y las mismas capacidades de reacción*» (Walker et al., 2002).

pensar en él de otra manera: ¿con qué medios de transporte?, ¿con prioridad por cuáles productos? Tendremos que asegurarnos de que se favorezcan los medios de transporte eficientes en energía —tren, barco, animales, bicicleta—, y que se reduzca drásticamente el transporte por carreteras y en avión.

Se promulgará la producción de temporada [en los países que cuenten con estaciones], y el comercio internacional deberá destinarse solamente a los productos que no se puedan producir localmente. En este sentido, el rol de los GASAP¹⁰ en Bélgica (Agrupamiento de compras en apoyo a la agricultura campesina), o las AMAP¹¹ en Francia (Asociaciones para la conservación de la agricultura campesina), es fundamental e innovador. Por lo tanto, es necesario que las administraciones públicas contribuyan a favorecer y desarrollar dichas redes, principalmente asegurando el acceso a la propiedad a los agricultores que deseen integrarlas¹².

Para promover estos cambios radicales, las instituciones públicas nacionales e internacionales deben jugar un rol principal. Por ejemplo, en las regiones las administraciones —hospitales, escuelas, colegios, prisiones, etc.— pueden decidir abastecerse con alimentos producidos a menos de 20 km.

Para favorecer el cambio en los organismos no-públicos, se podrían implementar algunos mecanismos de subsidio y de impuestos; esto para favorecer, por ejemplo, a las pequeñas empresas, en detrimento de las multinacionales que obstaculicen el proceso planificado de transición hacia los sistemas alimentarios que no utilicen energías fósiles.

La relocalización concuerda con la diversificación de las explotaciones, que tendrá como efecto no sólo el aumento de su resiliencia, sino también el de la región. ¡Éste es el comienzo del abandono de un mundo uniformizado y del monocultivo! Diversificar quiere decir concretamente que los agricultores y las cooperativas deberán cambiar su producción, con el fin de evitar ser sometidos a la especulación de los mercados internacionales —trigo, maíz, soya, etc.—, y adaptándose directamente en función de las necesidades locales. Por ejemplo, una región ganadera producirá ella misma las proteínas necesarias para sus animales (*Rapport Prospective Agriculture Energie 2030*, 2010). Respondiendo directamente a las necesidades locales, se reducirán radicalmente las necesidades de transporte.

«Convendría entonces, apoyar a los agricultores que se lanzan en proyectos productivos innovadores —complementariedad agricultura-ganadería, agricultura biológica, alto valor ambiental, etc.— a través de políticas de acceso a la tierra y de instalación pro-activa, sobre todo en las zonas mas especializadas. Además, apoyar técnica y financieramente la instalación de la primera transformación local de productos ricos en agua permitiría la reducción del consumo de energías para el transporte, y al mismo tiempo generaría nuevos ingresos a los agricultores» (*Rapport Prospective Agriculture Energie 2030*, 2010). Simultáneamente, es necesario desarrollar capacidades de almacenamiento en la misma granja, así como tecnologías de conservación *in situ*.

¹⁰ www.gasap.be

¹¹ www.reseau-amap.org

¹² Ver la cooperativa *Terre-en vue* creada recientemente en Bélgica, según el modelo francés *Terre de Liens*, creado para comprar tierras y destinarlas a actividades agroecológicas (www.terre-en-vue.be).

El localismo debe seguir siendo uno de los caminos, evitando que se convierta en una religión. Lo importante no es focalizarse en los *food miles* —«millas de comida», la distancia que recorre cada alimento desde el lugar de producción hasta el sitio de consumo—, sino analizar correctamente cómo cada alimento es transportado y transformado. Efectivamente, se necesita menos energía para transportar las mercancías en barco que en avión. Sin embargo, un trayecto corto en jeep de 3 km para ir a buscar los plátanos al supermercado ¡consume más gasolina por plátano que el trayecto en barco desde los países tropicales hasta Europa! De igual manera, las granjas urbanas verticales, que algunas veces obtienen un rendimiento elevado sobre terrenos pequeños, pueden generar una huella ecológica superior a la de sistemas alimentarios deslocalizados que utilizan transportes de mercancía de larga distancia (Bomford, 2010).

2. Generalizar la agricultura urbana y comunitaria

La agricultura urbana florece en todo el mundo, sobre todo en aquellos lugares donde la seguridad alimentaria no es estable. Ésta se encuentra desde hace mucho tiempo en las grandes ciudades de los países pobres —en África particularmente— (Mougeot, 2005; Tedwood, 2009), así como en otras economías posindustriales —como en Cuba o Detroit— (De Muynck y Servigne, 2012). La agricultura urbana no sólo reduce las distancias entre los sitios de producción y los sitios de consumo, sino que genera empleo en las zonas de alta densidad poblacional (Verdonck et al., 2012), mejora las condiciones de vida urbana y permite la creación de lazos sociales fuertes (Allen, 2010). Como dice la hija de Will Allen, fundador de Growing Power, una huerta urbana intensiva en Milwaukee (USA): «nosotros no sólo enseñamos a las personas a producir ellas mismas su propia comida, sino que también construimos sistemas alimentarios comunitarios» (Allen, 2010). La agricultura urbana refuerza simultáneamente la resiliencia de los sistemas alimentarios y la de los sistemas sociales urbanos. No podemos darnos el lujo de ignorar todo esto en vísperas de crisis urbanas potencialmente dramáticas.

Sin embargo, aunque la agricultura urbana mejore sensiblemente la seguridad alimentaria de las poblaciones urbanas, debemos ser conscientes de que ésta no es suficiente para lograr la autosuficiencia alimentaria: en la ciudad se pueden cultivar legumbres, frutas, hierbas medicinales, desarrollar criaderos pequeños, pero sólo como complemento de una dieta energética compuesta principalmente por cereales. Ahora bien, dichos cereales —necesarios para las ciudades— continuarán siendo producidos muy probablemente fuera de éstas, en las zonas periféricas, por ejemplo. Las ciudades podrían devolverle al campo el nitrógeno y el fósforo que ellas producen a través de los desperdicios —alcantarillas y compost—, como en el tiempo en que los excrementos humanos eran compostados y enviados a la periferia verde (Barles, 2007). Todo esto requiere una organización que sólo puede ser planificada a un nivel más alto¹³.

3. Mejorar la eficiencia energética de las edificaciones agrícolas existentes

Una transición debe tomar como base las infraestructuras existentes, pues demolerlas no tendría ninguna razón de ser. De esta manera, «reducir el consumo energético de las edificaciones es

¹³ A finales del siglo XIX, los *jardins ouvriers* —huertos de la población obrera de la periferia de París— alimentaban a la población parisina (N. del T).

una necesidad de los sectores de producción que más consumen energía directa. Se necesitarían inversiones a gran escala en el diseño de dichas construcciones en términos de aislamiento térmico, la instalación de recuperadores de fuentes de calor o de calentadores de biomasa —por ejemplo, calefacción con madera local—, la optimización del alumbrado, etc. Una ayuda financiera en forma de subvenciones o de préstamos bonificados parece indispensable» (Rapport Prospective Agriculture Energie 2030, 2010).

4. Disminuir, o incluso suprimir la labranza

La agricultura industrial sin labranza¹⁴ existe desde hace muchos años en regiones en las que los suelos se degradaron muy rápidamente, como en las grandes haciendas del medio oeste estadounidense o en Argentina (Hobbs et al., 2008). Dicha técnica —sobre todo el sembrado directo— es un medio interesante para reducir a corto plazo el consumo de combustibles en los grandes cultivos. Sin embargo, ésta requiere de grandes esfuerzos en materia de formación e investigación; los esfuerzos en innovación deberán dirigirse hacia una agricultura sin labranza y *poco mecanizada* —que no es el caso actual—, ya que la mecanización se lleva a cabo muy bien en los monocultivos de soya en Argentina y en Estados Unidos.

En realidad, la agricultura sin labranza y sobria en el uso de energía ya existe, y tiene el nombre de agroecología o permacultura¹⁵. En estas dos disciplinas, el suelo se considera como un elemento vivo del agroecosistema, que debe cuidarse, alimentarse y mejorarse permanentemente. La permacultura y la agroecología se aseguran de no labrar profundamente el suelo, puesto que se perturbarían los equilibrios vivos. Algunas veces una ligera deshierbada es aconsejable; en ese caso, la tracción animal es una de las soluciones más adecuadas.

5. Volver a la tracción animal

Privar nuestros agroecosistemas de energía cultural-industrial, implica desarrollar la energía cultural-biológica: el trabajo humano y el trabajo animal. Aunque sea necesario, el regreso a la tracción animal va a ser difícil debido a la considerable disminución del rendimiento y de los excedentes agrícolas, sobre todo porque los animales tendrían que ser alimentados con una parte de la misma producción. También será difícil porque nuestros sistemas agrícolas han perdido gran parte del conocimiento tradicional, así como la diversidad genética de los animales antiguamente destinados al trabajo de tracción. Estos conocimientos y esta diversidad genética tomarán años —probablemente generaciones— en poderse reconstituir.

Los esfuerzos de investigación científica que habrá que hacer en este campo son considerables, y a la vez muy prometedores, pues hace muchos años que se abandonó todo esfuerzo de innovación; tenemos mucho que descubrir para mejorar la eficiencia de estas «máquinas». En

¹⁴ Labranza: utilización del arado o de maquinaria sofisticada que remueve la tierra para cultivar. La alternativa propuesta se trata de inyectar las semillas sin remover la tierra, y es particularmente utilizada para sembrar abonos verdes (N. del T.).

¹⁵ La permacultura es una disciplina basada sobre los principios de lo vivo, y concibe —diseña— sistemas humanos altamente resilientes, sobrios en energía, y por ende perennes (Holmgren, 2002; Mollison, 2012).

el *Land Institute*¹⁶ (Kansas, EE. UU.), por ejemplo, se están desarrollando nuevas máquinas agrícolas, más eficaces, destinadas a la tracción animal.

6. Implementar las energías renovables en las explotaciones agrícolas

Para participar en la transición, las granjas deberán absolutamente convertirse de nuevo en productoras de energía. Las explotaciones agrícolas no sólo deberán producir su comida, la comida para sus animales y su propio combustible, sino también generar un excedente para las regiones, poblados o ciudades vecinas. El desafío es inmenso.

La máxima prioridad debe concentrarse en el aumento de la eficiencia energética de la maquinaria agrícola. Luego será necesario reducir la cantidad de máquinas al mínimo necesario y hacerlas funcionar con agrocombustibles —dando siempre prioridad a la comida producción de alimentos con el uso de la tierra—. Más adelante, como se dijo antes, se desarrollará la tracción animal y el trabajo humano —energía biológica—. Por último, se maximizará el uso de todas las fuentes de energía renovables —solar, eólica, biomasa, etc.—, en función de la característica de los suelos.

7. Acelerar la transformación a la agroecología

Una de las etapas más importantes de la transición de la agricultura, es sin lugar a dudas la transformación masiva a la bioagricultura y a la agroecología (Wezel et al., 2009; De Schutter et al., 2011; Rosset et al., 2011; Altieri, 2012). Esta transición ya empezó, pero su ritmo es aún muy lento.

Los debates científicos para saber si la agricultura biológica puede producir con rendimientos comparables a los de las agriculturas industrial y química, son inútiles, sencillamente porque se olvidan del hecho de que no tenemos otra opción. Con toda seguridad, sin petróleo la agricultura biológica y agroecológica generarán un rendimiento superior al industrial.

Además, ya se ha demostrado ampliamente que la agroecología puede producir un rendimiento superior al agroindustrial, siempre y cuando los suelos y los ecosistemas se regeneren, disminuyendo así el impacto sobre el clima, y reestructurando las comunidades campesinas (De Schutter, 2011). La red de agroecología de Cuba recibió el Premio Nobel alternativo (*Right Livelihood Award*) en 1999, por haber probado de manera concreta y a gran escala que la agricultura biológica podía alcanzar un rendimiento igual o superior al de la agricultura industrial.

En realidad, la agroecología, la agricultura biológica y la permacultura¹⁷ son agriculturas intensivas desde el punto de vista del rendimiento por hectárea y del rendimiento energético, mientras que la agricultura industrial es únicamente intensiva en rendimiento por hectárea. Además, mientras que la agricultura industrial consume energías fósiles, las otras tres alternativas son grandes consumidoras de conocimiento y de experiencia —*knowledge*

¹⁶ www.landinstitute.org

¹⁷ Para un análisis de la definición de estos tres términos, ver *Agricultura biológica, agroecología, permacultura. ¿Qué sentido dar a estas palabras?* (Servigne, 2012b).

intensive— (Altieri, 2012). Habrá que hacer énfasis en invertir en redes de intercambio de conocimiento y en centros de formación amplios y potentes; ésta es una de las tareas más urgentes de la transición.

Gran parte de las experiencias culturales agroecológicas no son nuevas; como lo indica el Reporte de prospección del gobierno francés *Energie 30*: «*Las soluciones técnicas para reducir los aportes de nitrógeno son conocidas: implementar la rotación y la alternancia de cultivos diferentes, favorecer el cultivo de leguminosas, utilizar fuentes de nitrógeno orgánico, hacer una cobertura máxima del suelo [ya sea con abonos verdes, como el trébol o la alfalfa, o con productos comestibles (N. del T.)], etc. El grupo [de factibilidad] considera que para que se produzca una generalización —de la agroecología—, es necesario hacer un esfuerzo de sensibilización y de formación de los agricultores, así como establecer redes que permitan el intercambio de experiencias. La magnitud de ese cambio necesario requiere sin duda de importantes herramientas normativas o económicas: restricciones reglamentarias —buenas condiciones agro-medioambientales, por ejemplo— o fijar el precio del nitrógeno —un canon o una tasa—*».

Es muy posible, por ejemplo, sembrar cultivos de protección de la tierra —abonos verdes— que soporten el frío y renueven los suelos, los protejan de la erosión, y conviertan el nitrógeno atmosférico en nutrientes. Durante la primavera, éstos se integran a los suelos para enriquecerlos y favorecer los cultivos del verano. Estas sencillas técnicas no se utilizan muy a menudo porque hoy en día es mucho más barato esparcir abonos minerales nitrogenados; es muy probable que estas técnicas se generalicen debido al alza de los precios de la energía, pero una transformación planificada y anticipada sería aun mucho más eficaz.

8. Desarrollar el cultivo de cereales perennes¹⁸

Gran parte de la producción de alimentos (80%) proviene de los cultivos de cereales anuales, de semillas oleaginosas y de legumbres (Cox et al., 2010). A medida que la demanda mundial de alimentos sigue aumentando y poniendo bajo presión a los agroecosistemas, algunos científicos han empezado a demostrar los impactos catastróficos de los cultivos anuales sobre el medio ambiente: la erosión de los suelos —el promedio mundial de la tasa de erosión es aproximadamente 15 veces más elevada que su tasa de formación, lo cual conlleva a que el suelo se vuelva un recurso no-renovable (Lal, 1998)—, la contaminación de las aguas a causa del uso de fertilizantes y pesticidas —se ha demostrado que los cereales sólo absorben del 20 al 50% del nitrógeno que se esparce en los campos (Cassman et al., 2002)—, el gran consumo de energía, y la producción de importantes cantidades de gases de efecto de invernadero (LAL et al., 2004).

Por el contrario, se ha demostrado que los cereales perennes que pueden permanecer en la tierra de 3 a 5 años (Bell et al., 2008), e incluso varias décadas (Glover et al., 2010), disminuyen considerablemente la erosión de los suelos y la contaminación del agua, mejoran los suelos, la eficiencia de los fertilizantes y la absorción del agua, contribuyendo así a disminuir los gases

¹⁸ Los cereales perennes son aquéllos que no han sido ni seleccionados ni domesticados (cereales silvestres), es decir, que no han sido hibridados. Éstos tienen la ventaja de poder brotar nuevamente después de una cosecha, de producir espigas cada año, de ser más resistentes a los cambios climáticos y a las enfermedades, de aprovechar mucho mejor los recursos del suelo, y además estimulan la vida microbiológica del suelo (N. del T.).

de invernadero y a conservar la fauna salvaje (ver por ejemplo: Cox et al., 2010; Crews, 2004; Culman et al., 2010; Fargione et al., 2009; Lal, 2004).

especies anuales con especies perennes locales

Hay dos maneras de hacer cereales perennes: domesticando los gramíneas salvajes, o practicando la hibridación de especies anuales con especies perennes ~~especies~~ locales. Las principales especies de plantas sobre las cuales se concentran los esfuerzos de investigación científica son el trigo candeal —que sobrevive de 2 a 5 años con un rendimiento del 60 a 75% anual—, el arroz —para el cual los esfuerzos de investigación son menores porque éste concierne principalmente a los países «pobres»— y el maíz —aunque las primeras pruebas no han sido concluyentes—.

A pesar de las numerosas ventajas de los granos perennes, la investigación científica ha encontrado obstáculos importantes: rendimiento insuficiente —la planta «gasta» más en las raíces que en el grano—, problemas de seguridad alimentaria —debido a la caída de los rendimientos—, el proceso de financiamiento de programas de gran envergadura es largo —de 25 a 50 años—, una posible sensibilidad a las enfermedades y a desarrollos anómalos (adventicios), y una rentabilidad económica hipotética (Pimentel et al., 2012). No obstante, ésta es una pista de investigación interesante e indispensable. Dentro de lo que sabemos, no existe ningún programa de investigación en cereales perennes en Europa.

9. Reducir la producción y el consumo de carne

La producción y el consumo de carne supone un problema energético mayor. En términos de nutrición humana —omnívora ecléctica—, es más eficiente absorber la energía sacada de los glúcidos complementándolos con algo de lípidos, y reservar las proteínas para el mantenimiento de los componentes de las células. La combustión de proteínas con fines energéticos es —energéticamente hablando— un desperdicio. La proporción de las necesidades energía/proteínas en la comida debería situarse alrededor de 11:1. Además, la producción de proteínas vegetales es más costosa —en términos energéticos— que la producción de glúcidos, pero menos costosas que las proteínas animales: se necesita 7 veces más energía para producir un kilogramo de proteínas animales que para producir un kilogramo de proteínas vegetales.

En el contexto de la reducción mundial de energía disponible, el hecho de continuar produciendo cereales masivamente para alimentar a los animales corresponde a privar de comida a una parte de la humanidad. Como en tiempos de guerra, la carne llegará a ser un alimento de lujo, y su producción masiva no será posible. La reducción en el consumo de carne deberá *necesariamente* planificarse, y los esfuerzos tendrán que dirigirse, no solamente a reorientar a las granjas de criadero y engorde, sino también a la reducción de la demanda —sobre los consumidores— (Thomas, 2010).

10. Preservar la fertilidad de los suelos sin ayudas externas

Actualmente, la fertilidad de los suelos dedicados a la agricultura industrial se debe principalmente a los suministros externos y constantes de minerales —cal, materias orgánicas, fósforo, nitrógeno, etc.—. Para lograr la transición de la agricultura, es necesario evitar estas

ayudas externas, manteniendo y enriqueciendo los suelos únicamente mediante el uso de biomasa local o regional. Esta acción puede incluir un sistema de recolección de compost de las zonas urbanas vecinas, y/o el desarrollo paralelo de nuevas técnicas de compostaje intensivo de tipo «terra preta»¹⁹ (Glaser, 2006). Podrán organizarse cultivos rotativos, aunque se reduzca el rendimiento global. La buena salud de los suelos nos parece una prioridad absoluta.

Para la conservación del fósforo, que es uno de los elementos más preciados y uno de los más difíciles de conservar en un agroecosistema, simplemente hay que volver a los métodos ancestrales; esto es, mediante la recuperación de las heces animales *in situ*. Estos procedimientos no son fáciles de organizar, pero esperemos que el regreso a la tracción animal pueda contribuir a cerrar el ciclo del fósforo en la mayoría de explotaciones posibles.

11. Invertir en la innovación

Las posibilidades para el desarrollo de una agricultura sin petróleo están aún muy poco estudiadas. Una de las medidas básicas de dicha transición sería invertir en la innovación agroecológica —nuevas técnicas de compostaje, nuevas herramientas de tracción animal más eficaces, nuevas variedades de cereales perennes, etc.— Como lo preconiza el informe de prospección del Ministerio francés de Agricultura *«el mejoramiento de variedades debería estar orientado al estudio y concepción de cultivos proteaginosos —ricos en proteínas— de alto rendimiento y variedades de cereales y de oleaginosos que necesiten menos nitrógeno. Paralelamente, la investigación científica sobre los sistemas de producción debería estar orientada prioritariamente hacia sistemas ahorradores de energía —producción integrada, sistemas herbáceos—, o incluso a técnicas alternativas de labranza. Para ayudar a la agricultura biológica, es necesario investigar cómo aumentar el rendimiento y qué acciones serían necesarias para reducir el consumo de energías directas —combustibles, electricidad—»*. Estas innovaciones podrían ser el resultado de redes de granjas experimentales —y sobre todo que trabajen directamente con los agricultores—, permitiendo así elaborar y divulgar las prácticas y conocimientos adquiridos.

Es por lo tanto importante trabajar en el imaginario de nuestra sociedad, de manera que se muestre que la tecnología industrial no tiene el monopolio de la innovación. La agroecología y la permacultura innovan también por su lado, lo que en sí supone un *progreso*.

Los sociólogos han desarrollado la tesis de la «innovación por reducción» (Goulet y Vinck, 2012), es decir, la posibilidad de que nuevos nichos socio-técnicos emerjan gracias a la reducción de un nicho dominante. Sin embargo, demostrar que dicha reducción puede ser innovadora, no resulta fácil. En general, el progreso consiste en *agregar*, y el cambio de percepción de los diferentes actores agrícolas no se da espontáneamente.

La agricultura sin labranza no pudo surgir sino a partir del momento en que demostró que era más moderna e innovadora que la agricultura con labranza. Los incentivos han sido estudiados por los sociólogos, y han sido implementados de manera activa y planificada. Pasamos de la

¹⁹ «Tierra lista»: tipo de suelo oscuro de origen humano y con una fertilidad excepcional, debido a las concentraciones particularmente altas de carbón de leña, materia orgánica, y nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, y calcio. Estos suelos han sido creados por el hombre entre el 800 a.C. y el 500 d.C, y son de origen precolombino (fuente: Wikipedia).

reducción a la *innovación* en la mentalidad de la gente, cuando se demuestra que los métodos de la agricultura industrial son nocivos —por ejemplo, hacer circular el mensaje de que la agricultura con petróleo es cara, antiecológica y obsoleta— y que la reducción permite el surgimiento de nuevas posibilidades y progresos técnicos. Los sociólogos y el mundo de la comunicación deberán hacer un esfuerzo considerable para cambiar este imaginario de progreso.

12. Formar campesinos y horticultores rápida y masivamente

La necesidad urgente de energía cultural biológica genera serios problemas de mano de obra en nuestras sociedades. En algunos años se necesitarán millones de nuevos campesinos, y la población neorural no será suficiente para satisfacer la explosión de la demanda. Hay que programar una conversión rápida, masiva y planificada de una gran parte de la población hacia la agricultura.

Esta conversión parece ser una tarea difícil, casi imposible, pero el ejemplo de Cuba nos muestra una vez más que es realizable. Después del choque que se produjo en los años noventa a causa del derrumbe del bloque soviético, los sindicatos campesinos agroecologistas desarrollaron una nueva metodología —importada desde Costa Rica— de divulgación de conocimientos: la metodología social *Campesino a Campesino* (Rosset et al., 2011). Este método consiste en evitar una transmisión vertical de la innovación o del conocimiento —en general desde los centros de investigación hacia los agricultores—, y en su lugar utilizar una manera de transmisión por contagio horizontal. El campesino que «descubre» alguna novedad —una variedad, una técnica, etc.— lo hace saber y lo comparte con sus amistades, con sus vecinos o con su cooperativa. Cada campesino formado comparte luego esta información con su círculo o en talleres. Algunos campesinos pueden volverse propagadores «profesionales» pagados por el sindicato. En Cuba, esta metodología permitió a la agroecología propagarse en todo el país en pocos años.

Pero formar rápidamente millones de agricultores, teniendo en cuenta la infraestructura agroindustrial actual, no tendría sentido. Es por lo tanto necesario vincular rápidamente las formaciones mediante la instalación de pequeñas explotaciones pedagógicas —a escala humana—, de las cuales la mayor parte estarían implantadas en la ciudad. Efectivamente, en Cuba fue la necesidad (el hambre) la que empujó a la reconversión de una parte de la población urbana a la agricultura. Paradójicamente, esta reconversión fue muy rápida a pesar de que la población urbana —muy diplomada— no estaba formada en agricultura, lo que muestra que no necesitó «aculturarse» en agronomía clásica, y que pudo inmediatamente aplicar los principios de la agroecología (Wright, 2005).

En Cuba las universidades contribuyeron mediante la organización de cursos de agroecología, y poniendo en funcionamiento programas de investigación participativa con los agricultores y los sindicatos. Paralelamente se otorgaron ayudas públicas —de naturaleza monetaria o legislativa— a las nuevas granjas, dado que la instalación es una etapa extremadamente frágil. El papel de los gobiernos y de las instituciones públicas es primordial, y Cuba nos ha probado que ha sido precursora y activadora de la transición.

Los campesinos del futuro no solo serán numerosos, sino que su trabajo será intensivo en energía —trabajo duro— y en *conocimientos*. Tendrán que combinar el aprendizaje sobre la

diversificación de la producción y los saberes de antaño (Hopkins, 2010), enriqueciéndolos con innovaciones en agroecología dentro de una ciencia sistémica integrada. Éste es precisamente el objeto de la agroecología y de la permacultura; la autonomía y el conocimiento serán probablemente las bases del campesinado del mañana.

13. Desbloquear las instituciones

La agroecología no es una opción, sino una necesidad. Desgraciadamente, el solo hecho de decirlo no es suficiente; las instituciones de nuestro sistema alimentario actual están bloqueadas (fenómeno de *lock in*, ya citado anteriormente por Vanloqueren y Baret, 2008, 2009), ya sea en el campo agronómico —centros de Investigación, prensa científica, financiamientos, etc.—, como en el político —ministerios, sindicatos, etc.— o el económico —bancos, inversionistas, etc.—.

Al constatar el poder y el tamaño de los sistemas alimentarios actuales, es poco probable que éstos desaparezcan espontáneamente para darle la oportunidad a otros sistemas. Las instituciones creadas por los humanos adquieren naturalmente un cierto grado de autonomía, y luego trabajan para extenderse y asegurar su supervivencia, como si ellas encarnaran un súper-organismo cuasiautónomo.

La transición presenta el problema de la coexistencia de dos modelos antagónicos, en la que uno de ellos, casi agonizante pero potente, impide al otro emerger. Entonces, los conflictos entre los dos sistemas serán inevitables —ya existen, por ejemplo, con el problema de los OGM (Organismos Genéticamente Modificados)—, mientras que, en lugar de este conflicto, necesitamos que el sistema industrial —en declive— transfiera toda la energía disponible para ayudar a la creación de estructuras durables posindustriales. Así, la única solución para la planificación es de orden político, y la única fuerza capaz de hacer cambiar las cosas es de orden popular. Solo la convergencia de estas dos fuerzas podrá crear las condiciones indispensables para una transición planificada. La cuestión es compleja, y necesitará de sendos trabajos de investigación, esfuerzos institucionales, voluntad política y movilización social.

Sin embargo, es muy probable que un nuevo sistema agrícola basado en energías renovables no pueda suministrar la demanda actual de alimentos. A través de esfuerzos institucionales se puede reducir el desperdicio alimentario, para así crear una disminución en la demanda (Parfitt et al., 2010). Una política de transición hacia el pospetróleo debe integrar de manera transversal los problemas de sobrepoblación, educación, economía, transporte y energía. Dicha política es necesariamente sistémica —en el sentido en que debe verse como un sistema y no entre disciplinas y ministerios separados— y necesitará no solamente una coordinación entre todos los aparatos del Estado, sino también una coordinación entre los Estados; éste es un factor de inercia suplementario que habrá que tener en cuenta.

14. Cambiar las costumbres alimenticias de la población

Este último punto es probablemente uno de los más difíciles de llevar a cabo. Volviendo a tomar el ejemplo de Cuba, la transición hacia la agroecología no generó desafortunadamente una

diversificación del régimen alimenticio. Si la agroecología supo desarrollar el cultivo de legumbres y de frutas biológicas en la ciudad, la población no siguió completamente ese cambio brutal de consumo, y frenó la expansión de la diversificación de productos agrícolas. Imponer una transición rápida a una población que no la ha decidido por sí misma, puede resultar contraproducente (Servigne, 2012). La transición no dependerá solamente de las instituciones, sino —y sobre todo— de las personas; de ahí lo interesante que ha sido el movimiento «Iniciativas de transición» (Hopkins, 2010), el cual afirmó que la transición no se podía construir rápidamente sin el esfuerzo colectivo de los ciudadanos implicados a nivel local.

Pero el problema de la demanda no se limita a un equilibrio entre ésta y la oferta, sino que va más allá. Como la principal fuente de consumo de energías fósiles de nuestros sistemas alimenticios es la red de distribución —y no la de producción—, los avances más importantes hacia una agricultura sin petróleo se obtendrán «*en nuestras casas y en nuestras cocinas*» (Bomford, 2010). De la misma manera que con las instituciones, se tendrán que emprender esfuerzos de comunicación y de investigación sociológica para dar inicio a la transición «desde la base» y estimular la demanda. Seguramente ésta no será la tarea la más sencilla.

15. Organizar una planificación a nivel nacional

En Francia existe un equipo de investigadores que examinaron un escenario energético nacional alternativo basado en la sobriedad, la eficiencia y las energías renovables: Es el escenario llamado Negawatt²⁰.

Según los cálculos de dicho escenario, con una política «muy voluntarista» de sobriedad y de eficacia energética, Francia podría llegar a disminuir en 2050 la demanda de energía primaria de 65% en relación con la situación del 2010, manteniendo un nivel de servicio energético comparable. Los «negawatts» (vatios que no se utilizan) son la base de esta política, y representan 2/3 de la reducción. En 2050, las energías renovables representarán el 91% de las fuentes de energía de Francia, con «*emisiones de CO₂ divididas por 2 en 2030 y por 16 en 2050*», y un «*paro controlado y coherente de toda la producción de energía eléctrica nuclear en 2033, es decir, dentro de 22 años*»; y todo esto «*creando cientos de miles de empleos durables*».

Algo importante para subrayar, es el hecho de que el equipo de Negawatt se ha asociado con otro equipo de ingenieros (Solagro) para concebir un escenario agrícola basado en los postulados de Negawatt: se llama escenario Afterres2050²¹, y su informe final deberá aparecer en enero de 2013.

El escenario se basa en la relocalización de las producciones, y recurriendo de manera importante a la utilización de biomasa para producir materiales y energía. Éste prevé que hacia 2050 sea posible alcanzar el 50% de agricultura biológica y 50% de agricultura integrada — con un uso razonable de pesticidas y abonos químicos—, y un cambio radical en nuestra mesa y en nuestros paisajes. «*la ración de alimentos en nuestros platos tendrá más cereales, frutas y legumbres y mucho menos carne, azúcar y leche. Los suelos no estarán desnudos y una parcela*

²⁰ Ver www.negawatt.org y el libro que explica el último escenario a la fecha (2011). *Manifiesto NegaWatt, lograr la transición ecológica*, ediciones Actes Sud, Paris, 2012.

²¹ El escenario Afterres2050 proviene de la oficina de Estudios Asociativos Solagro, Ver www.solagro.org.

*generará hasta 6 "producciones" —cereales, abonos verdes, frutales, leña, madera, etc.— contra una generada hoy en día. Los rebaños de animales disminuirán considerablemente».*²² Este escenario presenta la ventaja de poder abordar a la vez el problema a través de la oferta — los campos— y a través de la demanda —nuestros platos —, sin vacilar en el avance de los cambios, radicales pero necesarios. Por ejemplo, el consumo de carne será reducido de 50%, «no estará presente en todas las comidas ni todos los días de la semana». En Francia, ¡esto es una verdadera revolución!

Ya tenemos las fuentes intelectuales: los ingenieros, los investigadores en ciencias humanas y los políticos podrían pedir un estudio de factibilidad a nivel europeo, nacional y regional para el horizonte 2050, combinado con las soluciones del tipo *Negawatt*, teniendo en cuenta absolutamente las particularidades geográficas. Estos modelos y escenarios son muy buenas herramientas, puesto que fabrican un imaginario a largo plazo de quienes deciden y permiten, no solamente calcular, sino ajustarlos a medida que avanza el tiempo. ¿Qué estamos esperando?

²² Afterres2050, primer resumen, versión del 29 de septiembre del 2011. Última versión oficial (2016), disponible en el sitio web: https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/Solagro_afterres2050-v2-web.pdf.

Conclusión

La única agricultura perdurable es aquella que no *extrae* (Grrer, 2009), es decir, aquélla que funciona exclusivamente con energía ecológica —solar— y con la energía cultural biológica —trabajo humano y animal—, sin agredir la estabilidad de los ecosistemas. Aún estamos lejos, pero ya hay caminos trazados.

La agricultura europea ya entró en una zona de rendimientos decrecientes. Es probable —y ya previsto por uno de los cuatro escenarios de *Prospective Energie 2030* del Ministerio Francés de Agricultura— que luego de una fuerte alza del precio del petróleo —más de 200 dólares por barril—, el periodo 2016-2030 sufra un vuelco importante: las dificultades de aprovisionamiento de combustibles y de abonos químicos podrían provocar una regionalización de la agricultura, y el comienzo de una diversificación forzada de los territorios y de los sistemas de producción. Las superficies de grandes explotaciones disminuirían en beneficio de un fuerte aumento de superficies proteaginosas. Se vería también una disminución importante —del orden del 40%— en los suministros que contengan nitrógeno mineral, y por lo tanto una disminución sensible del rendimiento —20%—. Éste es el más pesimista de los escenarios, pero es también, en mi opinión, el más probable.

Anticipada o forzada, una transición hacia una agricultura resiliente menos dependiente de las energías fósiles favorecerá el desarrollo de una economía energética local, diversificada, centrada en sí misma, descentralizada —pero coordinada—, lo más autónoma posible, y parcialmente aprovisionada a causa del cierre de los ciclos locales de nutrientes.

Al momento de buscar las vías o los métodos para efectuar la transición necesaria, «*es importante precisar que la eliminación de los combustibles fósiles en el sistema alimentario es inevitable: mantener el sistema actual no es ni siquiera una opción a largo plazo. Lo que debería ser objeto de debate es únicamente la duración y las estrategias a implementar para llevar a cabo dicha transición*» (Heinberg y Bomford, 2009).

El caso de Cuba nos muestra que una transición rápida —una década— y a gran escala sí es posible. Lo importante es hacer converger el cambio desde la base —la demanda, cuyo motor más importante es la necesidad— a través de cambios institucionales potentes y dinámicos. Sin esta convergencia, no podríamos imaginar una transición viable en un plazo tan corto (Servigne, 2012a; Ostrom, 1990).

A pesar de que tenemos todas las herramientas a la mano para empezar dicha transición, no podemos ocultar el hecho de que es desgraciadamente muy tarde para lograr una transición planificada a gran escala, y que es de esperar que se produzcan resultados parciales y dispersos. Es sobre todo demasiado tarde para seguir hablando de desarrollo sostenible —o duradero—: debemos prepararnos para los choques sistémicos que vendrán, los cuales llegarán probablemente antes del 2020 (Meadows et al., 2012). Hemos entrado en el tiempo de la urgencia, es decir, de la construcción rápida de sistemas locales resilientes.

Referencias bibliográficas

- Allen E., 2010. Growing Community Food Systems. in: *The Post Carbon Reader: Managing the 21st Century's Sustainability Crises*, Richard Heinberg and Daniel Lerch, eds. (Healdsburg, CA: Watershed Media).
- Altieri et al., 2012. The scaling up of agroecology: spreading the hope for food sovereignty and resiliency. SOCLA's Rio+20 position paper.
- Barles S., 2007. Feeding the city: Food consumption and flow of nitrogen, Paris, 1801–1914. *Sci Total Environ.* 375:48-58.
- Bell, L.W., Byrne, F., Ewing, M.A., Wade, L.J., 2008. A preliminary whole-farm economic analysis of perennial wheat in an Australian dryland farming system. *Agric. Syst.* 96, 166–174.
- Bomford M., 2010. Getting Fossil Fuels Off the Plate, in: *The Post Carbon Reader: Managing the 21st Century's Sustainability Crises*, Richard Heinberg and Daniel Lerch, eds. (Healdsburg, CA: Watershed Media).
- Cordell, D., Drangert, J. O. & White, S., 2009. The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Glob. Environ. Change* 19, 292–305.
- Cox, T.S., Van Tassel, D.L., Cox, C.M., DeHaan, L.R., 2010. Progress in breeding perennial grains. *Crop Pasture Sci.* 61, 513–521.
- Crews, T.E., 2004. Perennial crops and endogenous nutrients supplies. *Renew. Agric. Food Syst.* 20, 25–37.
- Culman, S.W., DuPont, S.T., Glover, J.D., Buckley, D.H., Fick, G.W., Ferris, H., Crews, T.E., 2010. Long-term impacts of high-input annual cropping and unfertilized perennial grass production on soil properties and belowground food webs in Kansas, USA. *Agric. Ecosyst. Environ.* 137, 13–24.
- Canfield DE, et al., 2010. «The Evolution and Future of Earth's Nitrogen Cycle», *Science*, 330:192-196
- Cassman, K.G., Dobermann, A.D.W., Walters, D.T., 2002. Agroecosystems, nitrogen use efficiency, and nitrogen management. *AMBIO* 31, 132–140.
- Cordell D. 2010. *The Story of Phosphorus. Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security*. PhD Thesis, Department of Water and Environmental Studies, Linköping University, Suecia.
- Cox, T.S., Van Tassel, D.L., Cox, C.M., DeHaan, L.R., 2010. Progress in breeding perennial grains. *Crop Pasture Sci.* 61, 513–521.
- De Muynck & Servigne, 2012. Villes en transition. Le retour annoncé de l'agriculture urbaine. Barricade. www.barricade.be.

De Schutter O, et al., 2011. *Agroecology and the Right to Food*, Report presented at the 16th Session of the United Nations Human Rights Council [A/HRC/16/49].

Dufumier M., 2012. Entrevista con Vincent Rémy, citado en un artículo de Philippe Lebreton titulado *2012 Le futur a-t-il un avenir?*, disponible en <http://biosphere.ouvaton.org>.

Fargione, J.E., Cooper, T.R., Flaspohler, D.J., Hill, J., Lehman, C., McCoy, T., McLeod, S., Nelson, E.J., Oberhauser, K.S., Tilman, D., 2009. Bioenergy and wildlife: threats and opportunities for grassland conservation. *Bioscience* 59, 767–777.

Foley et al., 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478: 337–342.

Galloway JN, et al., 2004. Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry* 70:153–226.

Geel F.W. et Schot J., 2007 Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36 (2007) 399–417

Georgescu-Roegen N., 2006. *La décroissance*, 3ème édition, Sang de la Terre/Ellébore, Paris, p. 138.

Glaser B., 2007. Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agricultura in the twenty-first century. *Phil. Trans. Roy. Soc. B.* 362, 187–196.

Gliessman S.R., 2007. *Agroecology*, CRC Press (2da edición).

Glover, J.D. et al., 2010b. Increased food and ecosystem security via perennial grains. *Science* 328, 1638–1639.

Goulet F., Vinck D., 2012. L'innovation par retrait. Contribution à une sociologie du détachement. *R. franç. sociol.*, 53-2, 195-224.

Greer, J.M., 2009. *The ecotechnic future*. New Society Publishers

Gruber N., Galloway JN., 2008. An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle. *Nature* 451, 293-296.

Heinberg R., 2007. *Peak everything*. New Society Publishers, Gabriola Island, Canada.

Heinberg R., 2008. *Pétrole. La fête est finie*. Demi-Lune, Paris.

Heinberg R., 2011. *The end of growth*. New Society Publishers, Gabriola Island, Canada.

Heinberg R, Bomford M., 2009. *The Food and Farming Transition: Toward a Post-Carbon Food System*. Post Carbon Institute, Sebastopol, USA.

Hobbs et al., 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 363:543-555.

Hopkins, R., 2010. *Manuel de transition*. Ecosociété/Silence.

Holmgren D., 2002. *Permaculture. Principles & Pathways Beyond Sustainability*. Ed. Holmgren Design Services.

Lal, R., 1998. Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. *Crit. Rev. Plant Sci.* 17, 319–464.

Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304, 1623–1627

Heller MC. and Keoleian GA., 2000. *Life Cycle-Based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System*. Center for Sustainable Systems Report CSS00-04 (Ann Arbor: university of Michigan).

Korowicz D., 2010. *Tipping Point. Near-Term Systemic Implications of a Peak in Global Oil Production An Outline Review*. Feasta & The Risk/Resilience Network, Dublin.

Korowicz, 2012. Trade-Off. *Financial System Supply-Chain Cross-Contagion: a study in global systemic collapse*. Metis Risk Consulting & Feasta, Dublin.

MacDonald et al., 2011. *Agronomic phosphorus imbalances across the world's croplands*. PNAS. 108, 3086–3091.

Meadows et al., 2012. *Les limites à la croissance*. Rue de l'échiquier.

Mollison, B., 2012. *Introduction à la permaculture*. Passerelle Eco.

Mougeot L.J.A. (Ed.), 2005. *Agropolis: The Social, Political and Environmental Dimensions of Urban Agriculture*. Routledge.

Ostrom E., 1990. *Governing the commons*. Cambridge: Cambridge University Press.

Parfitt J. et al., 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 365, 3065-3081.

Pimentel, D., Pimentel, M., 1973 (2008 para la tercera edición). *Food, Energy and Society*, CRC Press, Boca Raton.

Pimentel, D., Cerasale, D., Stanley, R.C., Perlman, R., Newman E.M., Brent, L.C., Mullan, A., Chang, D.T.I., 2012. Annual vs. perennial grain production. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 161 (2012) 1–9.

Rapport Prospective Agriculture Énergie 2030. *L'agriculture face aux défis énergétiques*. Centre d'études et de prospective. Service de la Statistique et de la Prospective Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire. 2010.

Redwood M. (Ed.), 2009. *Agriculture In Urban Planning. Generating Livelihoods and Food Security*. Earthscan.

- Rifkin J., 2012. *La troisième révolution industrielle*. Les liens qui libèrent.
- Rockström J. et al., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475
- Rosset, P.M., B. Machín Sosa, A.M. Roque Jaime and D.R. Rocío Lozano, 2011. The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba: social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. *Journal of Peasant Studies* 38(1).
- Servigne P., 2012a. La transition inachevée. Cuba et l'après-pétrole. *Barricade*. www.barricade.be
- Servigne P., 2012b. Agriculture biologique, agroécologie, permaculture. Quel sens donner à ces mots ? *Barricade*. www.barricade.be
- Smil V., 2011. Nitrogen cycle and world food production. *World Agriculture* 2:9-1.
- Stevens C., 2012. Remettre l'agriculteur au coeur de l'agriculture. *Barricade*. Disponible sur www.barricade.be
- Tainter J., 1988. *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge University Press.
- Thornton PK., 2010. Livestock production: recent trends, future prospects. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 365, 2853-2867.
- Vanloqueren, G., Baret, P., 2008. Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural «lock-in» case study. *Ecological Economics*. 66, 436-446.
- Vanloqueren, G., Baret, P., 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy*. 38, 971-983.
- Verdonck M., Taymans M., Chapelle G., Dartevelle G., Zaoui C., 2012. *Système d'alimentation durable Potentiel d'emplois en Région de Bruxelles-Capitale*. Rapport final de la recherche réalisée pour le compte de l'Institut Bruxellois pour le Gestion de l'Environnement (IBGE), Belgique.
- Vorosmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J. & Lammers, R. B., 2000. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science* 289, 284-288.
- Walker et al., 2002. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems, *Ecology and Society*, n°9(2):5.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., David, C., 2009, Agro-ecology as a science, a movement or a practice. *Agronomy for Sustainable Development* 29:503-515.
- Wright, J., 2009. *Sustainable agriculture and food security in an era of oil scarcity*. Earthscan, London.

Nuestros sistemas alimentarios industriales dependen en gran parte del aprovisionamiento masivo de energías fósiles —petróleo, gas, etc.—. Sabiendo que estamos pasando por el pico mundial de producción de petróleo convencional, que el del gas lo seguirá dentro de una década, y que gran parte de las otras reservas no renovables —fósforo, uranio, metales, etc.— pueden acabarse rápidamente, es por lo tanto necesario organizar rápidamente y a gran escala una transición hacia los sistemas alimentarios que dependan menos —o incluso nada— de dichos recursos disponibles en cantidades limitadas. Este trabajo de síntesis bibliográfica establece un balance de la fragilidad del sistema alimentario industrial, y sintetiza los caminos a seguir para efectuar esta transición. Hasta donde sabemos, se trata del primer balance sobre esta problemática que se ha hecho en lengua francesa.



Avec le soutien de la Fédération Wallonie-Bruxelles

FÉDÉRATION
WALLONIE-BRUXELLES



Wallonie

Traducción al español: Nelly Servigne, Juliana Castaño, Alan Suárez y Alejandro Balentine

Pablo Servigne: Una agricultura sin petróleo: alternativas para sistemas alimentarios resilientes. Barricade, 2012.

Encuentre todas las publicaciones de Barricade en:

www.barricade.be